

تهیه نقشه رقومی مدیریتی کاربرد علف‌کش با استفاده از GPS جهت به‌کارگیری در سامانه سمپاشی میزان متغیر (VRA)

داوود محمد زمانی*، سعید مینایی، رضا علیمردانی، مرتضی الماسی و حمیدرضا شفیعی‌خانی**

* نگارنده مسئول، نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ص. پ. ۷۷۵-۱۴۵۱۵، تلفن: ۰۲۸۱)۳۷۸۲۴۰۴، پیام‌نگار: davood412@aol.com

** به‌ترتیب دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران؛ دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس؛ استاد گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، استاد گروه مکانیزاسیون دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران؛ و دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۳

چکیده

در این مقاله، روش تهیه نقشه رقومی مدیریتی به منظور به‌کارگیری در سامانه کاربرد میزان متغیر (VRA) علف‌کش پیش‌رویشی سیبنازین (بلادکس) ارائه شده است. هدف از این تحقیق، توسعه روشی دقیق برای تهیه نقشه‌های رقومی مدیریتی کاربرد علف‌کش‌ها به صورت موضعی است که به کاهش میزان مصرف علف‌کش‌ها و نیز کاهش خطرهای زیست‌محیطی می‌انجامد. بدین منظور، ابتدا مختصات محلی (Local) و جهانی (UTM) نقاط مزرعه‌ای به مساحت یک هکتار با استفاده از یک دوربین نقشه‌برداری Total Station و چهار گیرنده GPS استاتیک که روی چهار ایستگاه مستقر شدند، به دست آمد. داده‌های حاصل از گیرنده‌های GPS با رایانه شخصی و با استفاده از نرم‌افزار Compass پردازش شد. سپس در محیط نرم‌افزار Land، شبکه‌ای از سلول‌ها به ابعاد $14/8 \times 14/8$ متر ایجاد و به کمک دوربین Total Station روی مزرعه پیاده‌سازی شد. با استفاده از روش نقطه شبکه، از مرکز هر سلول نمونه‌ای به عمق ۲۰ سانتی‌متر انتخاب و نمونه‌ها به منظور تعیین درصد ماده آلی و بافت خاک به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال شد. از نتایج تجزیه و تحلیل نمونه‌ها مشخص شد که دامنه تغییرات (R) ماده آلی خاک مزرعه ۰/۸۲ درصد، با کمینه و بیشینه ۰/۴۳ و ۱/۲۵ درصد است. ماده آلی خاک دارای توزیع نرمال با میانگین ۰/۸۶ درصد و انحراف معیار ۰/۱۸ درصد است. بافت خاک نیز در محدوده لومی، لومی سنی، و سنی لومی قرار دارد. برای بسط مقادیر به سایر نقاط شبکه از روش میان‌یابی کریجینگ استفاده شد. با توجه به مقادیر توصیه شده در دستورالعمل کاربرد علف‌کش سیبنازین (بلادکس) بر اساس تغییرات درصد ماده آلی و بافت خاک، چهار ناحیه مجزا در مزرعه برای کاربرد علف‌کش با مقادیر ۱/۴، ۱/۷، ۲/۹ و ۳/۵ لیتر ماده مؤثر در هکتار مشخص شد و نقشه رقومی مدیریتی مزرعه به دست آمد. با استفاده از این نقشه، مشخص شد که کل مزرعه به میزان ۱/۶۱ لیتر علف‌کش نیاز دارد و در صورت کاربرد دقیق علف‌کش بر اساس مقادیر توصیه شده توسط نقشه در مقایسه با میزان کاربرد ۲/۹ لیتر ماده مؤثر در هکتار که برای ۶۷/۹ درصد سطح مزرعه توصیه شده است، به طور متوسط ۱۳ درصد در مصرف علف‌کش صرفه‌جویی خواهد شد. با توجه به مختصات نقاط مزرعه، این نقشه قابلیت به‌کارگیری را به عنوان مقادیر ورودی مطلوب در کنترلگر الکترونیکی سمپاش بوم‌دار پشت تراکتوری خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی

بافت خاک، درصد ماده آلی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، سامانه مکان‌یابی جهانی (GPS)، سمپاشی میزان متغیر، علف‌کش پیش‌رویشی، نقشه رقومی

مقدمه

و تحلیل اطلاعات به دست آمده در تمام مراحل تولید، نقش بسزایی در توسعه کشاورزی دقیق دارد. اصول مدیریت موضعی محصولات زراعی، به‌کارگیری فناوری

امروزه مدیریت موضعی در تولید محصولات زراعی^۱ (SSCM) به عنوان یک فناوری بر اساس استخراج و تجزیه

Shaw, 2000). با مقایسه دو روش پاشش علف‌کش به صورت موضعی و یکنواخت، اثبات شده است که در زراعت ذرت عملکرد محصول از ۳۶۷۶ کیلوگرم در هکتار به ۴۲۵۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است (Tyler et al., 2006).

بسیاری از عوامل تأثیرگذار بر میزان کاربرد مواد شیمیایی در مزارع به صورت مکانی و زمانی تغییر می‌یابد. به عنوان مثال، درصد کربن آلی و بافت خاک آرام اما حاصلخیزی خاک به سرعت تغییر می‌کند. نشان داده شده است که در نمونه‌ای از خاک، ضریب تغییرات^۳ (CVs) برای pH، درصد کربن آلی، و قابلیت هدایت الکتریکی به ترتیب ۰/۶، ۲۱/۶، و ۲۵ درصد است (Millete et al., 1992). محققان با نمونه‌برداری از یک مزرعه روی شبکه‌ای با ابعاد ۳×۳ متر دریافتند که ضریب تغییرات نیترژن در عمق ۷۵ میلی‌متری خاک ۲/۷ درصد است (West et al., 1989). بر اساس گزارش باتور و شفکیک میزان کاربرد علف‌کش در سه نوع خاک مزرعه می‌تواند حدود ۵۰ درصد تغییر کند (Bauer & Schefcik, 1994).

تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک و آفات در سرتاسر مزرعه، موجب توسعه فناوری‌هایی برای کاربرد موضعی مواد شیمیایی در مزرعه شده است. در اکثر سامانه‌های کاربرد موضعی مواد شیمیایی، از سامانه مکان‌یابی جهانی افتراقی^۴ (DGPS) به منظور تعیین موقعیت مکانی وسیله‌ای، مثل سمپاش همراه با نقشه مدیریت درون مزرعه استفاده می‌شود (Ayers, 1999). پس از آن، با کمک سامانه کنترلی، میزان مواد شیمیایی بر اساس اطلاعات دریافت شده از نقشه‌های رقومی خاک یا سایر عوامل مؤثر در کاربرد مواد شیمیایی، محاسبه و به کار برده می‌شود. در مورد کودپاش‌ها نیز دقت گیرنده DGPS در تعیین موقعیت کودپاش مایع درون مزرعه و نیز در هنگام تهیه نقشه خاک، در میزان دقت کاربرد

میزان متغیر^۱ (VRT) است که در آن اجرای هرگونه عملیات زراعی از جمله کاربرد نهاده‌هایی نظیر بذر، کود، مواد شیمیایی، و آب متناسب خواهد بود با نیاز هر بخش از مزرعه که رایج ترین فناوری به کار رفته در کشاورزی دقیق است (Nishiwaki et al., 2004).

مدیریت سطوح کوچک درون مزرعه به منظور استفاده بهینه از نهاده‌های زراعی به ویژه مواد شیمیایی و بهبود بهره‌وری و افزایش کیفیت محصول از اهداف اصلی کشاورزی دقیق است. یکی از مهمترین دستاوردهای کشاورزی دقیق، کاربرد فناوری میزان متغیر به منظور کاهش مصرف مواد شیمیایی به ویژه علف‌کش‌هاست به گونه‌ای که در پژوهش‌ها، کاهش ۵۰ درصدی در کاربرد علف‌کش‌های پیش رویشی^۲ بر مبنای خصوصیات خاک در زراعت ذرت است (Qiu et al., 1998). در تحقیقی دیگر، با استفاده از نقشه مدیریت کاربرد علف‌کش، ۲۹ درصد در میزان مصرف علف‌کش صرفه‌جویی شده است (Carrara et al., 2004). در این تحقیق استفاده از نقشه مدیریتی کاربرد علف‌کش، منجر به عملکرد تقریباً یکنواخت دانه گندم در سرتاسر مزرعه شد. لاماستوس - استانفورد و شاو صرفه اقتصادی پاشش علف‌کش را در دو روش یکی پاشش موضعی و دیگری پاشش یکنواخت بررسی کرده‌اند. در این بررسی آنها از سه مزرعه ذرت برای مقایسه نتایج استفاده کردند. با بررسی عملکرد محصول در مزرعه اول (B-East)، مزرعه دوم (B-North)، و مزرعه سوم (B-South) دریافتند که میزان سود حاصل از پاشش علف‌کش به صورت موضعی برای سه مزرعه به ترتیب ۲۱/۶۳، ۵/۴۲ و ۱۴/۶۷ دلار در هکتار در مقایسه با پاشش یکنواخت علف‌کش افزایش داشته است (Lamastus-Stanford & Shaw, 2004). در پژوهشی دیگر نیز ۱۰۴/۶۷ دلار در هکتار سود بیشتری در اثر پاشش علف‌کش به صورت موضعی، نسبت به روش پاشش یکنواخت، گزارش شده است (Medlin &

1- Variable Rate Technology

2- Preemergence Herbicide

3- Coefficient of Variations

4-Differential Global Positioning System

درجه جذب ذرات رس آن بستگی دارد. بنابراین وقتی خاکی کلوئیدهای زیاد داشته باشد، باید در انتخاب نوع علفکش و مقدار آن دقت بیشتری شود (Rastgar, 2000). در یک پژوهش، اثر علفکش‌های انتخابی در ارتباط با خصوصیات خاک بررسی و مشخص شد که فعالیت علفکش‌ها همبستگی زیادی با درصد ماده آلی خاک دارد. از نتایج این تحقیق مشخص شد که میزان کاربرد برخی علفکش‌ها را باید با توجه به ویژگی‌های خاک تعیین کرد و برای این منظور معادلات میزان کاربرد علفکش‌ها به صورت تابعی از درصد ماده آلی خاک و میزان ذرات رس خاک ارائه شد (Blumhorst *et al.*, 1990).

تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک مزرعه، نظیر بافت و درصد مواد آلی خاک، میزان متفاوتی از علفکش‌های انتخابی را برای کاربرد پیشنهاد می‌کند که با نیاز نقاط مختلف مزرعه متناسب است. برای علفکش‌های پیش‌رویشی و برای مزرعه‌ای خاص، رایج‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان کاربرد علفکش‌ها یکی بافت خاک و دیگری درصد ماده آلی خاک است (Loghavi, 2004). در این خصوص الگوریتم‌هایی به منظور تعیین میزان کاربرد علفکش بر مبنای خصوصیات خاک ارائه شده است. از این الگوریتم‌ها دریافته‌اند که تأثیر علفکش‌ها شدیداً با درصد ماده آلی خاک در ارتباط است (Weber *et al.*, 1987).

به منظور کاربرد علفکش بر اساس شرایط خاک، دو رهیافت یکی بر مبنای نقشه^۱ و دیگری بر مبنای حسگر وجود دارد که هر دو به انطباق میزان مصرف علفکش با شرایط موجود در مزرعه کمک می‌کنند. رهیافت نخست در مقایسه با رهیافت دیگر دارای مزایایی است. در رهیافت بر مبنای نقشه، پیش از ورود به مزرعه می‌توان میزان مصرف علفکش را برآورد کرد. لذا خطر تمام شدن علفکش در مزرعه وجود ندارد. تأخیر زمانی بین نمونه‌برداری از خاک و کاربرد علفکش، اجازه پردازش داده‌های نمونه‌برداری شده را در جهت کسب اطمینان و

کود و بازده سامانه میزان متغیر نقش اساسی دارد (Fisher *et al.*, 1993).

یکی از مهمترین مواد شیمیایی مصرفی در کشاورزی، علفکش‌ها است که بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی ایران مقدار متوسط مصرف علفکش‌ها در سال زراعی ۸۴-۸۵ در کل کشور برای تولید گندم آبی ۰/۹۹، ذرت آبی ۴/۴۴، و چغندر قند ۱/۵۳ کیلوگرم در هکتار بوده است. این مقادیر برای استان قزوین به ترتیب ۲/۰۶، ۵/۱۰ و ۱/۱۱ کیلوگرم در هکتار است که در مقایسه با میزان متوسط مصرف در کل کشور بالاست (Anon, 2007).

زمان مصرف علفکش‌ها بر حسب نوع محصول زراعی، نوع علف‌هرز، روش مبارزه، شرایط آب و هوایی، خصوصیات خاک، و امکانات متفاوت است؛ ولی اصولاً در مراحل اولیه رشد، مبارزه با علف‌های هرز آسان‌تر است، هزینه کمتری دارد، و به محصول اصلی خسارت کمتری وارد می‌شود. گاهی نیز علفکش را قبل از کشت گیاه زراعی و به هنگام آماده کردن زمین پخش می‌کنند. از مهمترین انواع علفکش‌های پیش‌رویشی می‌توان به ترفلان^۱ و سیانازین (بلادکس)^۲ اشاره کرد. زمانی که علفکش در خاک پاشیده می‌شود، سه پدیده جذب، حرکت، و تجزیه سرنوشت آن را تعیین می‌کند. جذب سطحی به مفهوم چسبیدن مولکول‌های علفکش به سطح ذرات جامد خاک است که ذرات با بار منفی رس و مواد آلی غالباً این سطوح را در خاک فراهم می‌آورند. مولکول‌هایی از علفکش که شدیداً جذب کلوئیدهای خاک می‌شوند برای کنترل علف‌های هرز و بذرها در سایر نقاط خاک قابل استفاده نخواهند بود. قابلیت جذب علفکش‌ها در خاک به نوع و میزان کلوئیدها، خصوصیات یونی شدن علفکش‌ها، و میزان رطوبت خاک بستگی دارد. کلوئیدهای آلی در مقایسه با کلوئیدهای رس اساساً تمایل بیشتری برای جذب سطحی دارند. قابلیت جذب خاک به

1- Treflan (Trifluralin)

2- Cyanazine (Bladex)

بافت خاک است که بر میزان تأثیرپذیری این نهاده در خاک بسیار دخیل است. علاوه بر این، در تهیه نقشه‌های مدیریتی خاک، دقت وسیله مکان‌یابی نیز نقش اساسی دارد.

هدف اصلی این تحقیق بومی‌سازی روش تهیه نقشه رقومی خاک به عنوان نقشه‌ای مدیریتی است که از آن به عنوان ورودی مطلوب^۳ در سامانه کنترل الکترونیکی میزان کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی استفاده می‌شود. این نقشه مدیریتی می‌تواند در حین حرکت در مزرعه و به‌طور خودکار، تغییراتی در میزان کاربرد علف‌کش متناسب با نیاز مزرعه تغییراتی اعمال کند. بررسی میزان صرفه‌جویی در مصرف علف‌کش با استفاده از نقشه تهیه شده، از دیگر اهداف این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

تهیه نقشه رقومی مزرعه در مختصات محلی (Local) و مختصات جهانی (UTM)

در این تحقیق از یک مزرعه یک هکتاری در دشت قزوین، در جنوب غربی شهر قزوین، برای تهیه نقشه خاک استفاده شد؛ این مزرعه به مدت یک سال به صورت آیش باقی مانده بود. سه هفته پیش از آغاز عملیات نقشه‌برداری و شبکه‌بندی سطح مزرعه، به منظور ایجاد سطحی هموار و عاری از گاه و گلش، از خاک‌ورز برگردان‌دار سه خیش استفاده شد. این خاک‌ورز زمین را تا عمق ۳۰ سانتی‌متری شخم زد. سپس، هرس بشقابی آفتست برای خاک‌ورزی ثانویه و ماله به منظور تسطیح سطح زمین در دو جهت عمود برهم به‌کار برده شد.

قبل از شروع نقشه‌برداری، با استفاده از بلوک‌های بتنی به ابعاد ۲۰×۲۰×۳۰ سانتی‌متر چهار نقطه مرجع روی سطح مزرعه مشخص شد. محل نصب این بلوک‌ها کاملاً اختیاری بود و از آنها به عنوان محل‌هایی برای استقرار دوربین‌های Total Station و گیرنده‌های GPS استفاده شد. از مختصات این چهار نقطه به منظور تعیین بردار

حتی ارتقای صحت آنها می‌دهد. رهیافت استفاده از نقشه به دلیل فقدان حسگرهایی که به سرعت وضعیت خاک و محصول را تعیین کنند، عمومیت بیشتری دارد. از طرفی، نقشه‌ها برای جمع‌آوری و تفسیر داده‌هایی نظیر رطوبت و یا میزان NO_3^- که از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند، مناسب نیستند (Loghavi, 2004).

الیلا و همکاران (Ollila et al., 1990) یک سامانه سمپاشی میزان متغیر را برای محلول‌های شیمیایی توسعه دادند که می‌تواند با استفاده از روش پاشش مستقیم^۱، مواد شیمیایی را در محل‌های خاصی به صورت موضعی و بر اساس نقشه‌های مدیریتی از پیش تهیه شده، پخش کند. محققان، به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک، علاوه بر روش نمونه‌برداری مستقیم از خاک و به‌کارگیری فناوری سنجش از دور^۲ (RS) و عکس‌های هوایی، روش‌های مختلف دیگر را ارائه داده‌اند. از خاصیت هدایت الکتریکی اک به منظور اندازه‌گیری برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شده است (Sudduth et al., 2005).

از دیدگاه زیست محیطی، مقاوم شدن علف‌های هرز در مقابل علف‌کش‌ها یکی از مهمترین چالش‌های کاربرد علف‌کش‌هاست. کاربرد علف‌کش‌ها در ۴۰ سال گذشته منجر به مقاوم‌سازی ۳۱۵ بیوتیپ علف هرز در ایران شده است (Zand, 2008). کاربرد بی‌رویه علف‌کش‌ها سبب کاهش تنوع برخی جانداران نظیر ماهی‌ها و آبزیان مفید در رودخانه‌ها شده است. در مورد اثرات منفی کاربرد علف‌کش‌ها روی انسان، تحقیقات کاهش دو درصدی باروری مردان و افزایش سرطان سینه در زنان آمریکا را نشان می‌دهد (Zand, 2008).

با در نظر گرفتن نتایج تحقیقات می‌توان دریافت که به‌کارگیری فناوری میزان متغیر بر مبنای نقشه مدیریتی خاک مزایای قابل توجهی دارد. میزان کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی تابع عوامل متعددی از جمله میزان ماده آلی و

تهیه نقشه رومی مدیریتی کاربرد علف کش با استفاده از...

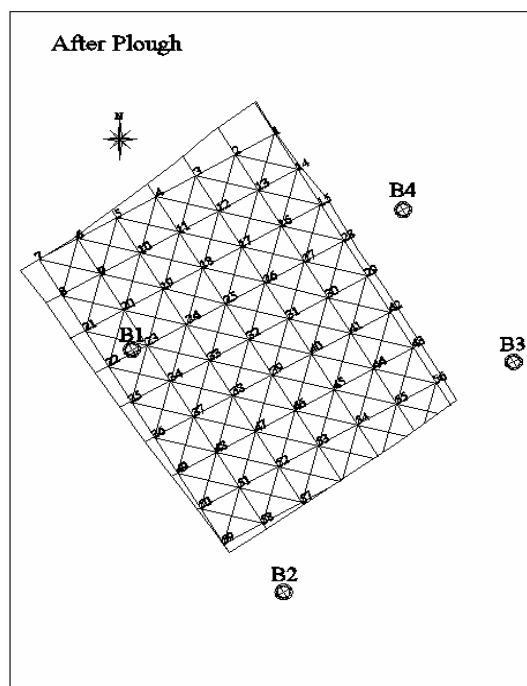
داده‌های به دست آمده از دوربین Total Station روی نرم افزار Land، نقشه اولیه مزرعه بر اساس مختصات محلی به دست آمد. در محیط این نرم افزار به منظور نمونه برداری از خاک، نقشه مزرعه شبکه بندی شد (شکل ۱). این شبکه از ۴۲ سلول مربعی با ابعاد ۱۴/۸×۱۴/۸ متر تشکیل شده است که از دوربین Total Station برای پیاده سازی نقاط رئوس این سلول ها روی مزرعه استفاده شد. مختصات به دست آمده از دوربین های نقشه برداری Total Station، مختصات محلی است و به منظور استفاده در عملیات کشاورزی دقیق، باید به مختصات نصف النهارات متقاطع جهانی (UTM) تبدیل شوند. بدین منظور چهار گیرنده GPS استاتیک ساخت شرکت Huace چین از نوع X20 با دقت پنج میلی متر، که روی باند L1 کار می کرد، روی چهار نقطه مرجع به کار برده شد (شکل ۲).

انتقال در مرحله پردازش داده های گیرنده های GPS و تبدیل مختصات محلی به جهانی استفاده شد.

با به کار گیری تجهیزات نقشه برداری از نوع Total Station، موقعیت چهار نقطه مرجع مشخص شد که به نقطه مرجع B4 مختصات (۱۰۰، ۱۰۰۰، ۱۰۰۰) بر حسب متر نسبت داده شد و مختصات نسبی سه نقطه مرجع بعدی B1، B2 و B3 نیز نسبت به نقطه مرجع B4 تعیین شد (شکل ۱). با استقرار دوربین Total Station روی نقطه مرجع B4 و با استفاده از انعکاس دهنده، مختصات محلی مرز مزرعه مشخص شد. در ادامه، با استفاده از استقرار انعکاس دهنده در نقاط مختلف مزرعه، مختصات نقاط تراز مزرعه نیز به دست آمد. با استفاده از نقاط تراز مزرعه می توان ارتباط بین میزان تغییرات سرعت پیشروی تراکتور با شیب مزرعه را در مرحله اجرای فناوری میزان متغیر به دست آورد. با پیاده کردن



شکل ۲- شبکه بندی مزرعه و موقعیت چهار ایستگاه



شکل ۱- نمونه ای از گیرنده های GPS استاتیک مورد استفاده

جدول ۱- مشخصات دقت گیرنده‌های GPS مورد استفاده (Anon, 2006)

مشخصات دقت	استاتیک و استاتیک سریع	پس پردازش
افقی: ۱ دور در دقیقه + ۵ ± میلی‌متر	عمودی: ۱ دور در دقیقه + ۱۰ ± میلی‌متر	افقی: ۱ دور در دقیقه + ۱۰ ± میلی‌متر
عمودی: ۱ دور در دقیقه + ۱۰ ± میلی‌متر	آزیموت: ۱ ثانیه + ۵ در واحد خط مبنا (کیلومتر)	عمودی: ۱ دور در دقیقه + ۲۰ ± میلی‌متر
		سرعت داده‌برداری: ۱ هرتز

مشخصات دقیق این گیرنده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نکته قابل توجه در مورد این گیرنده‌ها، تفاوت روش مکان‌یابی آنها با گیرنده‌های GPS دستی است که در گیرنده‌های اخیر، داده‌های دریافت شده از گیرنده بدون هرگونه فرایند پردازش داده به عنوان موقعیت مطلق نقطه مورد نظر به کاربر ارائه می‌شود که شامل خطای قابل توجهی است ولی در عملیات داده‌برداری به روش استاتیک، داده‌های موقعیت نسبت به یکدیگر سرشکنی می‌شوند و خطا به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. به موقعیت‌های محاسبه شده در این روش، موقعیت نسبی نقاط شبکه در مختصات UTM اطلاق می‌شود.

جدول ۲- مختصات ایستگاه‌ها و شعاع بیضی خطا

ایستگاه	طول ژئودتیک (درجه، دقیقه، ثانیه)	عرض ژئودتیک (درجه، دقیقه، ثانیه)	ارتفاع ژئودتیک (متر)	شعاع بیضی خطا (متر)
B ₁	۴۹:۵۴:۳۷,۲۸E	۳۶:۵۰:۰۰,۳۹N	۱۲۹۲/۳۲۹	****
B ₂	۴۹:۵۴:۳۹,۲۶E	۳۶:۱۴:۵۷,۵۶N	۱۲۸۸/۲۶۴	a*=۰/۰۰۰۵ b*=۰/۰۰۰۵
B ₃	۴۹:۵۴:۴۲,۱۶E	۳۶:۱۵:۰۰,۲۲N	۱۲۸۷/۹۶۷	a=۰/۰۰۰۶ b=۰/۰۰۰۵
B ₄	۴۹:۵۴:۴۰,۷۹E	۳۶:۱۵:۰۲,۱۴N	۱۲۹۳/۶۶۳	a=۰/۰۰۰۵ b=۰/۰۰۰۴

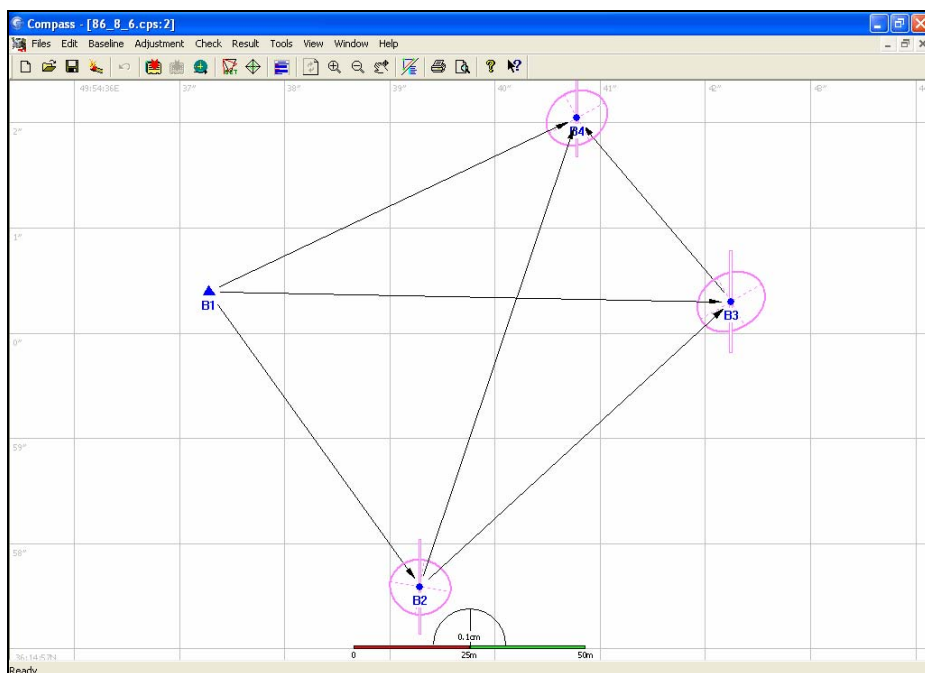
a: شعاع بزرگ بیضی، b: شعاع کوچک بیضی

مدت زمان مشاهده ماهواره‌ها توسط گیرنده‌های GPS حدود ۴ ساعت بود که این مدت زمان نسبتاً طولانی به منظور دریافت داده‌های بیشتر و در نتیجه افزایش دقت مکان‌یابی توسط گیرنده‌ها و نیز دریافت داده‌های کافی توسط گیرنده مستقر بر نقطه B₄ بود. تعداد داده‌های دریافت شده توسط آنتن‌های مستقر روی ایستگاه‌های B₂, B₁، B₃ و B₄ به ترتیب ۱۴۶۷۶، ۱۴۹۳۴، ۱۵۰۲۴ و ۲۹۹۱ داده با سرعت داده‌برداری^۱ یک هرتز (یک داده در هر ثانیه) بود. گیرنده‌ها ۱۲ ماهواره را مشاهده کردند. داده‌ها که به صورت خودکار در حافظه GPS ثبت می‌شوند، پس از پردازش به صورت داده‌های موقعیت قابل رویت خواهند بود. ساختار انتقال داده‌ها از گیرنده‌های GPS استاتیک به رایانه، در قالب HCN است، این ساختار پس از تبدیل به قالب Rinex با نرم‌افزار Compass پردازش می‌شود.

تهیه نقشه رقومی مدیریتی کاربرد علف کش با استفاده از...

آنتن GPS برای نرم افزار تعریف و این مرحله برای هر چهار آنتن GPS اجرا شد. بعد از این مرحله، نرم افزار به طور خودکار داده های GPS را پردازش کرد. داده ها در سامانه مختصات بیضوی WGS84 پردازش شد. در تنظیمات مربوط به پردازش داده ها، نصف النهار مرکزی محل مشاهدات (ایران) 53° و ضریب مقیاس نصف النهار $0/9996$ انتخاب شد. با پردازش داده های GPS، مختصات طول و عرض ژئودتیک و ارتفاع ژئودتیک موقعیت چهار ایستگاه B_1, B_2, B_3 و B_4 مطابق جدول ۲ به دست آمد.

به منظور پردازش داده های گیرنده های GPS، داده ها به رایانه شخصی منتقل شد که نرم افزار Hc Loader به کار برده شد که نرم افزاری اختصاصی برای انتقال داده برای گیرنده های GPS است. داده ها با نرم افزار Compass پردازش شد که نرم افزاری اختصاصی برای پردازش داده های دریافت شده با GPS است. این نرم افزار، داده های مربوط به گیرنده ها را به دو پنجره شامل پنجره جدول اطلاعات ایستگاه ها و پنجره گرافیکی موقعیت ایستگاه ها به صورت نقشه منتقل می کند. در نخستین مرحله پردازش داده ها، ارتفاع



شکل ۳- شبکه سرشکنی مختصات نقاط شبکه

نرم افزار پردازش داده های GPS، با استفاده از روش کمترین مربعات^۲ بهترین مختصات مربوط به نقاط سایر گیرنده های GPS را محاسبه می کند. راه حل کمترین مربعات، به مشاهدات افزونه^۳ نیاز دارد و به عبارت دیگر، به مشاهداتی بیش از آنچه دقیقاً برای تعیین یک مجموعه جهولات لازم است، نیاز دارد (Ebne-Jalal, 2007).

اصول تعیین شبکه نقاط برداشت شده با گیرنده های GPS در مرحله پردازش، استفاده از فرایندی به نام سرشکنی^۱ است. در عملیات سرشکنی، مختصات یکی از نقاط برداشت شده توسط گیرنده های GPS و نیز اختلاف مختصات $(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$ این نقطه نسبت به نقاط برداشت شده توسط سایر گیرنده ها معلوم و مختصات استقرار گیرنده ها مجهول فرض می شود. حال

عمل برای تمام به ۴ مرکز سلول‌های شبکه تکرار و نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین ارسال شد.

برای تحلیل کربن آلی خاک، از روش والکی-بلاک استفاده شد که در آن خاک با اسید سولفوریک غلیظ و بیکرومات مجاور می‌شود و پس از اتمام واکنش اکسایش و کاهش، اضافه بیکرومات باقیمانده با فروآمونوم سولفات، تیتیر می‌شود. در تحلیل بافت خاک نیز از روش هیدرومتری استفاده شد (Jafari Hagighi, 2003).

از نتایج تجزیه و تحلیل نمونه‌ها مشخص شد که دامنه تغییرات (R) کربن آلی خاک مزرعه مورد نظر ۰/۸۲ درصد است، با کمینه و بیشینه به ترتیب ۰/۴۳ و ۱/۲۵ درصد. ماده آلی خاک دارای توزیع نرمال با میانگین ۰/۸۶ درصد و انحراف معیار ۰/۱۸ درصد است. بافت خاک نیز در محدوده لومی، لومی شنی، و شنی لومی قرار دارد.

انطباق لایه موقعیت UTM نقاط مزرعه با لایه میزان کاربرد علف‌کش

پس از اتمام آزمایش‌های خاک، مقادیر ماده آلی و خصوصیات بافت خاک به موقعیت UTM مراکز سلول‌های شبکه نسبت داده شد. به منظور ترسیم نقشه منحنی میزان برای دو پارامتر فوق، و بسط مقادیر ماده آلی و خصوصیات بافت خاک به سایر نقاط شبکه باید از روش میان‌یابی^۳ استفاده شود. در این تحقیق از روش میان‌یابی کریجینگ استفاده شد. از مشخصات بارز این روش میان‌یابی داده‌ها این است که در آن از دو معیار سرعت تغییر داده‌ها و میزان تغییر آنها درون مزرعه استفاده می‌شود که این موضوع دقت محاسباتی روش کریجینگ را افزایش می‌دهد.

در گام بعدی، نقشه مدیریتی کاربرد علف‌کش بر اساس مقادیر توصیه شده توسط شرکت تولیدکننده

در این روش حد اطمینان مختصات نقاط به دست آمده برای سایر گیرنده‌ها، با استفاده از شعاع یک بیضی بیان می‌شود که در آن با اطمینان ۹۵ درصد، نقاط سرشکن شده درون این بیضی قرار می‌گیرند. حال با افزایش تعداد نقاط شبکه، خطا در سرشکنی مختصات به حداقل می‌رسد. به همین منظور در این تحقیق با اینکه امکان استفاده از سه نقطه (که حداقل تعداد لازم برای سرشکنی است) وجود داشت اما برای افزایش دقت از چهار نقطه (GPS) استفاده شد. شکل شبکه سرشکنی و بیضی‌های خطا در شکل ۳ نشان داده شده است. در این تحقیق، مختصات ایستگاه B₁ معلوم شد و مختصات سایر نقاط با استفاده از روش سرشکنی مطابق جدول ۲ به دست آمد.

به منظور تبدیل مختصات محلی نقاط شبکه به مختصات جهانی UTM، از نرم‌افزار Land استفاده شد که در آن با وارد کردن مختصات UTM مربوط به چهار ایستگاه و با به دست آمدن بردار انتقال موقعیت، مختصات UTM تمام نقاط شبکه به دست آمد.

نمونه‌برداری از خاک

برای تهیه نقشه مدیریتی کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی سیانازین، نیاز به اندازه‌گیری پارامترهای درصد ماده آلی^۱ (OM) و نوع بافت خاک است. بدین منظور عملیات نمونه‌برداری از خاک در مهرماه سال ۱۳۸۶ آغاز شد. روش مورد استفاده، نمونه‌برداری نقطه شبکه^۲ بود که در آن، نمونه‌ها از مرکز هر سلول شبکه انتخاب می‌شوند. برای به دست آوردن موقعیت مرکز هر سلول از دو ریسمان استفاده شد که رئوس هر سلول را به صورت ضربدری به یکدیگر متصل می‌کرد. سپس با متد نمونه‌برداری از عمق ۲۰ سانتی‌متری که عمق متوسط توسعه و تأثیر علف‌کش‌های پیش‌رویشی در خاک است، نمونه‌برداری انجام شد (Jafari Hagighi, 2003). این

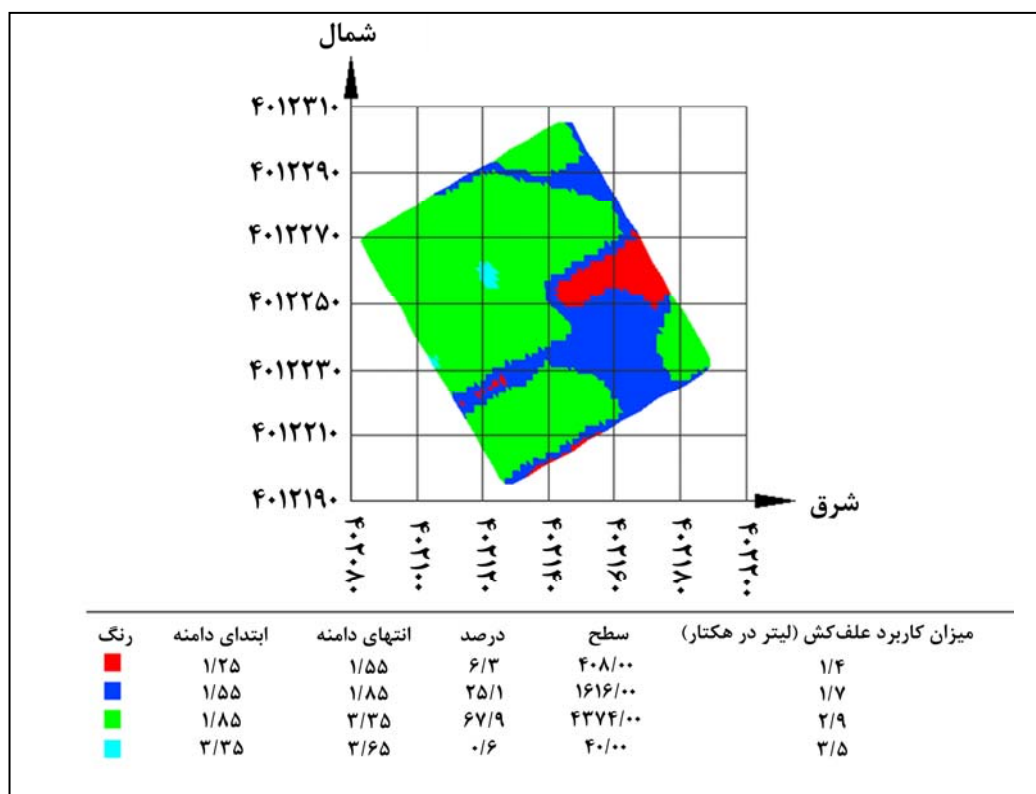
تهیه نقشه رقومی مدیریتی کاربرد علف کش با استفاده از...

نیز در محدوده لومی، لومی شنی و شنی لومی متغیر بود و نیز مقادیر ارائه شده در جدول ۳، میزان علف کش قابل توصیه برای مزرعه مورد نظر به چهار مقدار ۱/۴، ۱/۷، ۲/۹، و ۳/۵ لیتر ماده مؤثر در هکتار محدود شد. سپس نقشه رقومی مدیریتی کاربرد علف کش سیانازین بر اساس شکل ۴ به دست آمد. همانگونه که از این شکل مشخص است چهار ناحیه مجزا به منظور کاربرد مقادیر متفاوت علف کش سیانازین به دست آمد.

علف کش سیانازین در محصول ذرت بر اساس جدول ۳ به دست آمد. در این جدول می بینیم که با افزایش درصد ماده آلی خاک و نیز با سنگین تر شدن بافت خاک، از شنی و شنی لومی به لومی رسی و رسی، میزان مصرف علف کش سیانازین (بلادکس 4L) که نوعی علف کش پیش رویشی است، افزایش می یابد. با در نظر گرفتن نتایج آزمون نمونه های خاک که در آن میزان ماده آلی خاک مزرعه مورد نظر در محدوده ۰/۴۳ و ۱/۲۵ درصد و بافت خاک

جدول ۳- میزان توصیه شده کاربرد علف کش سیانازین (لیتر در هکتار) بر اساس بافت و میزان ماده آلی خاک در محصول ذرت (Anon, 1996).

میزان ماده آلی خاک						
بافت خاک	کمتر از ۱ درصد	۱ درصد	۲ درصد	۳ درصد	۴ درصد	۵ درصد و بیشتر
شنی و شنی لومی	۱/۴	۱/۷	۲/۹	۳/۵	۴	۴/۷
لومی شنی	۱/۷	۲/۹	۳/۵	۴	۴/۷	۵/۲
لومی، لومی سیلتی، سیلتی	۲/۹	۳/۵	۴	۴/۷	۵/۲	۵/۴
رسی شنی، لومی رسی و لومی رسی سیلتی	۳/۵	۴	۴/۷	۵/۲	۵/۴	۶/۸
رسی شنی و رسی	۴	۴/۷	۵/۲	۵/۴	۶/۸	۷
تورب و لجنی			غیر قابل توصیه			



شکل ۴- نقشه مدیریتی میزان کاربرد علفکش سیانازین روی سلول‌های کامل شبکه (توجه: به منظور مشاهده نواحی رنگی مشخص شده در این نقشه باید از نسخه رقومی یا چاپ رنگی مقاله استفاده شود)

نتایج و بحث

تعداد و ابعاد مؤثر سلول‌ها

دوربین‌ها، گیرنده‌ها و نیز پیاده‌سازی سلول‌ها روی مزرعه در شرایط تحقیقاتی بود. از طرفی، دسترسی به مزرعه‌ای با ابعاد بزرگ در زمان نمونه‌برداری مشکل بود. شایان ذکر است که در این حالت تمام مراحل نقشه‌برداری، شبکه‌بندی، نمونه‌برداری و تهیه نقشه‌های رقومی به روشی کاملاً مشابه با عملیات داده‌برداری در مزارع بزرگ‌تر انجام می‌گیرد. از آنجا که نقشه مدیریتی حاصل از این تحقیق به منظور ثبت در حافظه کنترلگر سمپاش بوم‌دار تراکتوری برای کاربرد میزان متغیری از علف‌کش به کار خواهد رفت، آزمون‌های مزرعه‌ای از لحاظ بررسی دقت پاشش در مکان مورد نظر، دقت گیرنده GPS متحرک و پاسخ بسامدی حسگرهای سرعت پیشروی و دبی سیال، کنترلگر و عملگرها در مساحت یک هکتار سریع‌تر و

انتخاب تعداد سلول‌های مناسب در واحد سطح به عوامل زیادی بستگی دارد از جمله: ابعاد مزرعه، میزان تغییرات پارامتر مورد نظر در خاک، دقت مورد نیاز، نوع کاربرد داده‌های حاصل از نمونه‌برداری، و مدت زمانی که در آینده از این داده‌ها استفاده می‌شود. سلول‌های مورد استفاده در شبکه‌بندی مزرعه، مربع شکل با طول ضلع ۱۴/۸ متر می‌توانست ۴۲ سلول کامل را در یک هکتار ایجاد کند. انتخاب ۴۲ سلول بر مبنای شبیه‌سازی عملیات داده‌برداری مزرعه بزرگ (با مساحت بیش از ۲۰ هکتار) روی مزرعه‌ای کوچک انجام گرفت که یکی از دلایل این امر امکان کنترل تمام شرایط مؤثر بر دقت

گیرنده‌های GPS مورد استفاده در این تحقیق از نوع گیرنده‌های تک فرکانس با موج حامل L_1 هستند که در تهیه نقشه‌های رقومی و دقیق کاربرد بسیار دارند. به منظور تعیین موقعیت نقاط مزرعه توسط این گیرنده‌ها، مختصات محلی حداقل سه نقطه از مزرعه ضروری است که برای تعیین این مختصات از دوربین Total Station استفاده شد. امروزه با استفاده از گیرنده‌های سامانه مکان‌یابی جهانی افتراقی (DGPS) دو فرکانسه و نیز با به کارگیری فرایند کینماتیک زمان حقیقی^۲ (RTK) در نقشه‌برداری دقیق به دلیل تعیین موقعیت آنی نقاط مزرعه بدون نیاز به مختصات محلی، کاربرد بیشتری یافته است اما به دلیل ارائه ندادن خدمات تصحیح افتراقی در ایران برای گیرنده‌های DGPS و نیز قیمت بسیار بالای گیرنده‌های RTK، در این تحقیق از آنها استفاده نشد و به نظر می‌رسد به کارگیری آنها برای شرایط کشاورزی ایران در حال حاضر برای مزارعی با ابعاد کوچک، به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود.

مقادیر تجویز شده علف کش

نقشه مدیریتی به دست آمده شامل چهار ناحیه مجزا در کاربرد علف کش با مقادیر متفاوت از $1/4$ تا $3/5$ لیتر ماده مؤثر در هکتار است. در شکل ۴ مشاهده می‌شود که $6/3$ ، $25/1$ ، $67/9$ و $0/6$ درصد از سطح مزرعه به ترتیب به $1/4$ ، $1/7$ ، $2/9$ و $3/5$ لیتر ماده مؤثر در هکتار علف کش نیاز دارد که کاربرد علف کش مورد نیاز در کل مزرعه به صورت میزان متغیر بر اساس میزان مساحت هر ناحیه، $1/61$ لیتر است. میزان صرفه‌جویی در مصرف علف کش را با در نظر گرفتن مقدار ثابت در کاربرد علف کش و میزان متغیر با یکدیگر قابل مقایسه است. جدول ۴، میزان افزایش یا کاهش مصرف علف کش را با در نظر گرفتن میزان کاربرد یکنواخت علف کش برای کل

دقیق‌تر است و بسیاری از عوامل تأثیرگذار بر این موارد قابل کنترل خواهند بود.

بررسی روش نمونه‌برداری از خاک

روش مورد استفاده در این تحقیق به منظور نمونه‌برداری از خاک، روش نقطه شبکه است که در آن از مرکز هر سلول در عمق ۲۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری شد. در شرایطی که ابعاد سلول‌ها بزرگتر می‌شوند، به منظور حصول نتیجه‌ای نزدیک به شرایط واقعی مزرعه، از سطح هر سلول شبکه ۳ تا ۵ نمونه انتخاب و آنها را با یکدیگر مخلوط می‌کنند تا نمونه نماینده آن سلول به دست آید. در این حالت، نتایج حاصل از آزمایش نمونه مخلوط شده را به مختصات مرکز هر سلول نسبت می‌دهند. اما در این تحقیق به دلیل کوچک بودن ابعاد سلول‌ها، تنها یک نمونه از مرکز هر سلول انتخاب و نتایج حاصل از آزمایش خاک با روش میان‌یابی کریجینگ به سایر نقاط سلول‌ها بسط داده شد. روش دیگر به منظور نمونه‌برداری از خاک، نمونه‌برداری مستقیم است که در آن از سایر منابع اطلاعاتی نظیر تصاویر هوایی، پیشینه زراعی مزرعه و نقشه‌های عملکرد محصول به منظور انتخاب محل مناسب نمونه‌برداری از مزرعه استفاده می‌شود. با توجه به عدم وجود این منابع اطلاعاتی از مزرعه مورد نظر، در این تحقیق از روش قانونمند نمونه‌برداری شبکه‌ای استفاده شد.

در تعیین مختصات محلی و جهانی نقاط شبکه نیز از دقیق‌ترین روش موجود استفاده شده است که در آن با برقراری ارتباط بین مختصات محلی نقاط که از دوربین‌های Total Station به دست می‌آید و داده‌های حاصل از گیرنده‌های GPS استاتیک، موقعیت نقاط با دقت زیر سانتی‌متر به دست می‌آید. اگرچه دقت مورد نیاز در فناوری میزان متغیر می‌تواند زیر یک متر^۱ باشد (Loghavi, 2004)، اما با توسعه ابعاد مزرعه، خطا در تعیین موقعیت به حد قابل قبولی خواهد رسید.

مزرعه با مساحت ۰/۶۴ هکتار به میزان ۱/۸۶ لیتر خواهد بود. این مقدار صرفه‌جویی در مصرف علف‌کش از حاصل‌ضرب سطح مربوط به هر ناحیه مدیریتی در میزان علف‌کش مورد نیاز آن ناحیه و مقایسه مقادیر به دست آمده با مقدار ۱/۸۶ لیتر حاصل شده است. بدین صورت که سطوح نواحی مدیریتی ۱، ۲، ۳ و ۴ را که به ترتیب ۰/۰۴۰۸، ۰/۱۶۱۶، ۰/۴۳۷۴ و ۰/۰۴۰۰ هکتار مساحت دارند، در میزان علف‌کش مورد نیاز هر ناحیه یعنی به ترتیب در مقادیر ۱/۴، ۱/۷، ۲/۹ و ۳/۵ لیتر در هکتار ضرب کرده و حاصل جمع کل مقادیر را که مساوی با ۱/۶۱ لیتر است با مقدار ۱/۸۶ لیتر که از حاصل‌ضرب مقدار ۲/۹ لیتر در هکتار در کل سطح مزرعه به دست آمد مقایسه می‌کنیم. البته این میزان صرفه‌جویی در صورتی قابل دسترس خواهد بود که سمپاش مورد استفاده در مکان‌یابی و کاربرد میزان مناسب علف‌کش دقت کافی داشته باشد.

مزرعه برای چهار مقدار ۱/۴، ۱/۷، ۲/۹ و ۳/۵ لیتر ماده مؤثر در هکتار به صورت درصد نشان می‌دهد. همان‌گونه که از این جدول مشخص است، با در نظر گرفتن میزان کاربرد یکنواخت برای کل مزرعه به اندازه ۱/۴ و ۱/۷ لیتر، مصرف علف‌کش در مقایسه با میزان ۱/۶۱ لیتر به ترتیب ۴۴/۱۶ و ۳۲/۲ درصد کاهش می‌یابد و با در نظر گرفتن مقدار کاربرد یکنواخت علف‌کش برای کل مزرعه به میزان ۲/۹ و ۳/۵ لیتر، مصرف علف‌کش به ترتیب ۱۵/۶۵ و ۳۹/۵۸ درصد افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه بر اساس نقشه مدیریتی، ۶۷/۹ درصد سطح مزرعه به میزان ۲/۹ لیتر ماده مؤثر در هکتار علف‌کش نیاز دارد، با در نظر گرفتن میزان کاربرد یکنواخت ۲/۹ لیتر برای کل مزرعه در مقایسه با کاربرد میزان متغیر ۱/۶۱ لیتر، مصرف علف‌کش به اندازه ۱۳ درصد کاهش می‌یابد. اگر در کل مزرعه به میزان ۲/۹ لیتر در هکتار علف‌کش مصرف شود، کل علف‌کش مورد نیاز

جدول ۴- مقایسه میزان کاربرد علف‌کش به صورت یکنواخت و میزان متغیر (VRA)

ناحیه مدیریتی	محدوده کاربرد علف‌کش (لیتر در هکتار)	سطح (هکتار)	میزان کاربرد		میزان سطح از کل سطح مزرعه (درصد)	میزان علف‌کش مورد نیاز (لیتر) (هکتار)	A*	B**	C***
			میزان کاربرد	میزان علف‌کش مورد نیاز (لیتر)					
۱	۱/۲۵ - ۱/۵۵	۰/۰۴۰۸	۱/۴	۰/۰۵۷۱۲	۶/۳	۰/۷۱۲۹۸	۰/۹۰۱۳۲	۴۴/۱۶ کاهش	
۲	۱/۵۵ - ۱/۸۵	۰/۱۶۱۶	۱/۷	۰/۲۷۴۷۲	۲۵/۱	۰/۵۱۹۸۴	۱/۰۹۴۴۶	۳۲/۲۰ کاهش	
۳	۳/۳۵ - ۳/۶۵	۰/۴۳۷۴	۲/۹	۱/۲۶۸۶۴	۶۷/۹	-۰/۲۵۲۷۲	۱/۸۶۷۰۲	۱۵/۶۵ افزایش	
۴	۳/۳۵ - ۳/۶۵	۰/۰۴۰۰	۳/۵	۰/۰۱۴۰۰	۰/۶	-۰/۶۳۹۰۰	۲/۲۵۳۳۰	۳۹/۵۸ افزایش	

A*: میزان کاربرد یکنواخت علف‌کش در کل مزرعه بر اساس میزان کاربرد علف‌کش در هر ناحیه مدیریتی (لیتر)

B**: میزان تفاوت مصرف علف‌کش بین مقادیر ستون A و میزان کل مورد نیاز برای مزرعه بر اساس فناوری میزان متغیر ۱/۶۱ لیتر (لیتر)

C***: میزان کاهش یا افزایش مصرف علف‌کش بر اساس تفاوت مقادیر ستون B نسبت به میزان ۱/۶۱ لیتر (درصد)

نتیجه‌گیری

این مطالعه، در مقایسه با میزان کاربرد یکنواخت ۲/۹ لیتر در هکتار که بخش اعظم الگوی کاربرد علفکش در نقشه مدیریتی را به خود اختصاص داده است، با به‌کارگیری مقادیر توصیه شده حاصل از نقشه، به طور متوسط ۱۳ درصد در مصرف علفکش صرفه جویی خواهد شد. با توجه به تغییرات بسیار اندک ماده آلی خاک و نیز بافت خاک با گذشت زمان (Fergusen & Hergert, 2000)، نقشه تهیه شده در این تحقیق حدوداً به مدت ۱۰ سال در فناوری میزان متغیر در عملیات مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز قابل استفاده خواهد بود.

به رغم آمار موجود در سازمان‌های مرتبط با تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به خاک‌های زراعی، در زمینه بررسی تغییرات واقعی خصوصیات فیزیکی مهم خاک همگام با تعیین موقعیت نقاط مزرعه که در کاربرد نهاده‌های زراعی به صورت میزان متغیر تأثیرگذارند، مطالعات بیشتر به منظور تهیه نقشه‌های مدیریتی ضروری است. با این کار می‌توان یکی از ابزارهای مفید در مورد انتخاب یا کنار گذاشتن فناوری میزان متغیر (VRT) را در اختیار متخصصان و کشاورزان قرار داد که گام مهمی برای تصمیم‌گیری درباره به‌کارگیری روش‌های کشاورزی دقیق خواهد بود.

شرط پذیرش فناوری میزان متغیر (VRT) در کاربرد نهاده‌های کشاورزی، وجود تغییرات معنی‌دار در عوامل مؤثر بر کاربرد این نهاده‌ها در مزرعه است. بر این اساس، کاربرد میزان متغیری از علفکش‌های پیش‌رویسی در مزارع، به ویژه در شرایطی که مقادیر معتناهی از این گونه عناصر شیمیایی به کار می‌رود در صورتی قابل قبول است که دو پارامتر درصد کربن آلی و بافت خاک تغییرات مکانی قابل توجهی داشته باشند (Al-Gaadi & Ayers, 1999). با توجه به نتایج آزمایش نمونه‌های خاک مزرعه مورد استفاده در این تحقیق، مشخص شد که دامنه تغییرات (R) کربن آلی خاک مزرعه ۰/۸۲ درصد، کمینه آن ۰/۴۳ درصد و بیشینه آن ۱/۲۵ درصد است. ماده آلی خاک توزیع نرمال دارد با میانگین ۰/۸۶ درصد و انحراف معیار ۰/۱۸ درصد. بافت خاک نیز در محدوده لومی، لومی‌شنی و شن‌لومی قرار دارد. با توجه به مقادیر توصیه شده در دستورالعمل کاربرد علفکش سیانازین (بلادکسی) بر اساس تغییرات درصد کربن آلی خاک و بافت خاک، چهار ناحیه مجزا در مزرعه برای کاربرد علفکش با مقادیر ۱/۴، ۱/۷، ۲/۹ و ۳/۵ لیتر ماده مؤثر در هکتار مشخص شد و سپس نقشه رقومی مدیریتی مزرعه به دست آمد. در

مراجع

- Al-Gaadi, K. A. and Ayers, P. D. 1999. Integrating GIS and GPS into a spatially variable rate herbicide application system. *Trans. ASAE*. 15(4): 255-262.
- Anon. 1996. *Crop Protection Chemical Reference*. 12th Ed. New York, N.Y: Chemical & Pharmaceutical Press.
- Anon. 2006. *Brochure of X20 GPS Integrated L₁ GPS*. Hauce Company. China.
- Anon. 2007. <http://www.agri-jahad.ir>. Statistics of Ministry of Jihad-e-Agriculture. Iran
- Bauer, W. D. and Schefcik, M. 1994. Using differential GPS to improve crop yields. *GPS World*. 38-41.

- Blumhorst, M. R., Weber, J. B. and Swain, L. R. 1990. Efficacy of selected herbicides as influenced by soil properties. *Weed Technol.* 4(2):279-283.
- Carrara, M., Comparetti, A., Febo, P. and Orlando, S. 2004. Spatially variable rate herbicide application on durum wheat in sicily. *Biosys. Eng.* 87(4): 387-392.
- Ebne-Jalal, R. 2007. GPS Satellite Surveying. Shahid Chamran University Press. Ahvaz. Iran. (in Farsi)
- Ferguson, R. B. and Hergert, G. W. 2000. Soil Sampling for Precision Agriculture. Cooperative Extension Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska.
- Fisher, K. B., Shropshire, G. J., Peterson, C. L. and Dowding, E. A. 1993. A spatially variable liquid fertilizer applicator for wheat. ASAE Paper No. 93-1074. St. Joseph. Mich.
- Jafari Haghighi, M. 2003. Methods of Soil Analysis, Sampling and Important Physical & Chemical Analysis with Emphasis on the Theoretical & Applied Principles. Compilation. Nedaye Zahi Pub. Sari. Iran. (in Farsi)
- Lamastus-Stanford, F. E. and Shaw, D. R. 2004. Evaluation of site-specific weed management implementing the herbicide application decision support system (HADSS). *Precision Agric.* 5, 411-426.
- Loghavi, M. 2004. The Precision Farming Guide for Agriculturists. Rendition. Agricultural Research and Education Organization. Iran. (in Farsi)
- Medlin, C. R. and Shaw, D. R. 2000. Economic comparison of broadcast and site-specific herbicide application in nontransgenic and glyphosate-tolerant glycine max. *Weed Sci.* 48, 653-661.
- Millette, J. A., Raju, G. S. and Wang, C. 1992. Spatial variability of selected herbicide residues in soils. ASAE Paper No. 92-3609. St. Joseph, Mich.
- Nishiwaki, K., Amaha, K. and Otani, R. 2004. Development of positioning system for precision sprayer. Automation Technology for Off-Road Equipment. Proceedings of the Oct. 7-8 Conference (Kyoto, Japan). ASAE Pub No. 701P1004.
- Ollila, D. G., Schumacher, J. A. and Frochlich, D. P. 1990. Integrating field grid sense system with direct injection technology. ASAE Paper No. 90-1628. St. Joseph, Mich.
- Qiu, W., Watkins, G. A., Sobolik, C. J. and Shearer, S. A. 1998. A feasibility study of direct injection variable-rate herbicide application. *Trans. ASAE.* 4(2):291-299.
- Rastgar, M. 2000. Herbicides and Control Methods. Compilation. 2nd Edition. Academic Pub Center. Tehran. Iran. (in Farsi)
- Sudduth, K. A., Kitchen, N. R., Wiebold, W. J., Batchelor, W. D., Bollero, G. A., Bullock, D. G., Clay, D.E., Palm, H. L., Pierce, F. J., Schuler, R. T. and Thelen, K. D. 2005. Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the North-Central USA. *Computers and Electronics in Agriculture.* 46, 263-283.

تهیه نقشه رقومی مدیریتی کاربرد علف کش با استفاده از...

Tyler, W., Rider-Jeffrey, W., Vogel, J., Anita Dille-Kevin, C. and Dhuyvetter-Terry, L. 2006. An economic evaluation of site-specific herbicide application. Precision Agric. 7, 379-392.

Weber, J. B., Tucker, M. R. and Isaac, R. A. 1987. Making herbicide rate recommendations based on soil tests. Weed Technol. 1(1):41-45.

West, C. P., Mallarino, A. P., Weider, W. F. and Marx, D. B. 1989. Spatial variability of soil chemical properties in grazed pastures. Soil Sci. Soc. Ame. 53, 784-789.

Zand, E. 2008. Evaluation of agricultural inputs conditions in Iran. The 3th Congress of Agricultural Ecology. University of Shahid Beheshti. Tehran. Iran. (in Farsi)



Generating a Digital Management Map Using GPS for Herbicide Application by VRA Spraying

D. Mohammad Zamani*, **S. Minaei**, **R. Alimardani**,
M. Almassi and **H. R. Shafikhany**

* Corresponding Author: Ph.D. student. Islamic Azad University Science and Research Branch. P. O. Box: 14515-775, Tehran, Iran. E-mail: davood412@aol.com

This paper presents a method for generating a digital management map to apply Cyanazine pre-emergence herbicide. The main objective was to develop a precision method to generate management maps for the variable rate application of herbicide to reduce the amount of herbicide applied and its adverse impact on the environment. First, local and UTM coordinates of a field were determined using Total Station and four static GPS receivers. Data processing was performed using a PC with Compass software. A 14.8 m grid was created using Land software and laid out on the field. Grid point sampling was done at the center of each cell at a depth of 20 cm and analyzed in a laboratory. The laboratory results showed that the range of, maximum, and minimum soil organic matter content (OMC) was 0.82, 1.25 and 0.43, respectively. OMC had a normal distribution with an average of 0.86% and a standard deviation of 0.18%. Soil texture varied between loam, sandy loam and loamy sand. The Kriging interpolation method was then used to determine the make-up at other points in the grid. By considering manufacturer recommendations for herbicide application based on OMC and soil texture, four zones were determined for herbicide application rates of 1.4, 1.7, 2.9 and 3.5 l/ha. A digital map was then generated and used to determine that the total required herbicide was 1.61 l/ha. It was determined from the map that herbicide application could be decreased up to 13% using an application rate of 1.6 l/ha instead of 2.9 l/ha over 67.9% of the field area. The map can be utilized to determine desired input for an electronic controller of a VRA boom sprayer.

Key Word: Digital Soil Map, GIS, Global Positioning System (GPS), Organic Matter Content (OMC), Preemergence Herbicide, Soil Texture