تهیه نقشه رقومی مدیریتی اعمال علف کش با استفاده از سامانه GPS جهت کاربرد در سامانه سمپاشی میزان متغیر (VRA) (۴۹۸)

داوود محمدزمانی [۱] ، سعید مینایی [۲] ، رضا علیمردانی [۳] ، مرتضی الم سی [۴] ، روح الله یوسفی [۵]

چکیده این مقاله روش تهیه یک نقشه رقومی مدیریتی به منظور کاربرد در یک سامانه سمپاشی میزان متغیر (VRA) برای اعمال علف کش پیش رویشی بلادکس ارائه شده است. هدف از این تحقیق توسعه روشی دقیق در تهیه نقشه های مدیریتی برای اعمال علف کشها به صورت موضعی است که در نهایت منجر به کاهش کاربرد علف کشها و نیز کاهش خطرات زیست محیطی خواهد شد. بدین منظور ابتدا مختصات محلی (Local) و جهانی (UTM) نقاط مزرعه ای به مساحت ۱ هکتار با استفاده از یک دوربین نقشه برداری Total و چهار گیرنده GPS استاتیک که بر روی ۴ ایستگاه مستقر شدند، به دست آمد. پردازش داده های حاصل از گیرنده های GPS بر روی یک رایانه شخصی و با استفاده از نرم افزار Compass انجام شد. سپس در محیط نرم افزار Land شبکه ای از سلولها به ابعاد ۱۴/۸×۱۴/۸ متر ایجاد و توسط دوربین Total بر روی مزرعه پیاده سازی شد. با استفاده از روش نقطه شبکه، از مرکز هر سلول نمونه ای به عمق ۲۵ سانتی متر انتخاب و به منظور تعیین درصد ماده آلی و بافت خاک به آزمایشگاه خاکشناسی ارسال شد. از نتایج تجزیه و تحلیل نمونه ها مشخص شد که درصد کربن آلی خاک مزرعه مورد نظر در محدوده ۰/۶۸۴۸ ٪ و ۰/۳۱۴۷ ٪ متغیر است و بافت خاک نیز در محدوده لومی و لومی شنی قرار دارد. به منظور بسط مقادیر به سایر نقاط شبکه از روش میانیابی کریجینگ استفاده شد. با توجه به مقادیر توصیه شده توسط دستورالعمل کاربرد علف کش بلادکس بر اساس تغییرات درصد کربن آلی خاک و بافت خاک، به دلیل وسعت کوچک مزرعه مورد آزمون تغییرات این دو پارامتر قابل ملاحظه نبود. بدین منظور بر اساس مقادیر توصیه شده توسط دستورالعمل کاربرد علف کش بلادکس، ۴ ناحیه مجزا در مزرعه برای اعمال علف کش در محدوده ۱/۷ تا ۴/۴ لیتر در هکتار شبیه سازی شده و نقشه رقومی مدیریتی مزرعه دست آمد. با استفاده از این نقشه به طور متوسط ۳۱٪ در مصرف علف کش صرفه جویی خواهد شد. این مقادیر با توجه به مختصات نقاط مزرعه قابلیت به کار گیری به عنوان مقادیر ورودی مطلوب در کنترلگر یک سمپاش بوم دار پشت تراکتوری را خواهد داشت.

کلیدواژه : نقشه رقومی خاک، سامانه مکان رویشی

۱- دانشجوی دکترای خصصی مکانیک ماشینهای اورزی دانشگاه آزاد واحد لوم و حقیقات تهران، پست کترونیک: davood412@aol.com
۲- دانشیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
۳- استاد گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه هران
۴- استاد گروه مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد سلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
۵- مربی مرکز آموزش جهاد کشاورزی زوین

۱- مقدمه

امروزه مدیریت موضعی در تولید محصولات زراعی[1] (SSCM) به عنوان یک فناوری بر اساس تهیه و تحلیل اطلاعات، نقش به سزایی در توسعه کشاورزی دقیق داشته است. اصول مدیریت موضعی محصولات زراعی، کاربرد فن آوری میزان متغیر[2] (VRT) است که در آن انجام هرگونه عملیات زراعی از جمله اعمال نهاده هایی نظیر بذر، کود، مواد شیمیایی و آب بر اساس نیاز هر بخش از مزرعه صورت می پذیرد و رایجترین فناوری به کار رفته در کشاورزی دقیق است[۱۰].

مدیریت سطوح کوچک درون مزرعه به منظور کاهش کاربرد نهاده های زراعی به ویژه مواد شیمیایی و بهبود بهره وری از اهداف اصلی کشاورزی دقیق است. یکی از مهمترین دستاوردهای کشاورزی دقیق، کاربرد فناوری میزان متغیر به منظور کاهش مصرف مواد شیمیایی به ویژه علف کشهاست به گونه ای که کیو و همکاران (۱۹۹۴) کاهش ۵۰٪ در اعمال علف کشهای پیش رویشی را در زراعت ذرت با استفاده از فناوری میزان متغیر گزارش کرده اند[۹]. کارارا و همکاران (۲۰۰۴) نیز با به کارگیری نقشه مدیریت اعمال علف کش توانستند ۲۹٪ در میزان علف کش مصرف شده صرفه جویی کنند[۱۲].

بسیاری از عوامل تأثیر گذار بر میزان کاربرد مواد شیمیایی در مزارع به صورت مکانی تغییر می یابد. به عنوان مثال میلت و همکاران (۱۹۹۲) نشان دادند که در یک نمونه خاک، ضریب تغییرات[3] (CVs) برای pH، درصد کربن آلی و قابلیت هـ ایت الکتریکی به ترتیب ۰/۶ ، ۲۱/۶ و ۲۵٪ ست[۹]. وست و همکاران(۱۹۸۹) با نمونه برداری از یک مزرعه بر روی یک شبکه ۳ متری متوجه شدند که ضریب تغییرات نیتروژن در عمق ۷۵ میلی متری خاک ۲/۷٪ است[۹]. بائور و شفکیک(۱۹۹۴) نیز نشان دادند که میزان کاربرد علف کش در سه نوع خاک یک مزرعه می تواند حدود ۵۰٪ تغییر کند[۹].

تغییرپذیری نوع خاک و خصوصیات آفات در سرتاسر مزرعه، موجب توسعه فناوریهایی برای اعمال موضعی مواد شیمیایی در مزرعه شده است. در اکثر سامانه های اعمال موضعی مواد شیمیایی، از سامانه مکانیابی جهانی افتراقی[4] (DGPS) به منظور تعیین موقعیت مکانی یک وسیله (به عنوان مثال سمپاش) درون مزرعه استفاده می شود. سپس با کمک یک سامانه کنترلی، میزان اعمال مواد شیمیایی بر اساس اطلاعات دریافت شده از نقشه های رقومی خاک و یا سایر عوامل مؤثر در اعمال مواد شیمیایی، اندازه گیری و سپس اعمال می شود. دقت گیرنده GPS در تعیین موقعیت سمپاش درون یک مزرعه و نیز در هنگام تهیه نقشه خاک، نقش اساسی در میزان دقت اعمال مواد شیمیایی دارد[۷].

یکی از مهمترین انواع مواد شیمیایی مصرفی در کشاورزی، علف کشها می باشد که بر اساس گزارش وزارت جهاد کشاورزی ایران مقادیر متوسط کل کشور در مصرف علف کشها در سال زراعی ۸۵-۸۴ برای تولید گندم آبی ۰/۹۹ ، ذرت آبی ۴/۴۴ و چغندرقند ۱/۵۳۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. این مقادیر برای استان قزوین به ترتیب ۲/۰۶ ، ۵/۱۰۴ و ۱/۱۱۳ کیلوگرم در هکتار می باشد که در مقایسه با مقادیر متوسط کل کشور مصرف بالایی را به خود اختصاص داده است[۲].

زمان مصرف علف کشها بر حسب نوع محصول زراعی، نوع علف هرز، روش مبارزه، شرایط آب و هوایی و امکانات متفاوت است ولی اصولاً در مراحل اولیه رشد مبارزه با علف های هرز آسانتر بوده، هزینه کمتری داشته و به محصول اصلی خسارت کمتری وارد می شود. گاهی نیز علف کشها قبل از کشت گیاه زراعی به هنگام آماده کردن زمین پخش می شوند که از مهمترین این علف کشهای پیش رویشی می توان به ترفلان[5] و بلادکس[6] اشاره کرد. زمانی که علف کش در خاک پاشیده می شود، سه پدیده جذب، حرکت و تجزیه سرنوشت آن را تعیین می کند. جذب سطحی به مفهوم چسبیدن مولکولهای علف کشها به سطح ذرات جامد خاک است که ذرات با بار منفی رس و مواد آلی غالباً این سطوح را در خاک فراهم می آورند. مولکولهایی از علف کشها که شدیداً جذب کلوئیدهای خاک می شوند برای کنترل علفهای هرز قابل استفاده نخواهند بود. قابلیت جذب علف کشها در خاک

[1] Site Specific Crop Management
[2] Variable Rate Technology
[3] Coefficient of Variations
[4] Differential Global Positioning System
[5] Treflan (Trifluralin)
[6] Bladex (Cyanazine)

به نوع و میزان کلوئیدها، خصوصیات یونی شدن علف کشها و میزان رطوبت خاک بستگی دارد. کلوئیدهای آلی در مقایسه با کلوئیدهای رس اساساً استعداد بیشتری برای جذب سطحی دارند. قابلیت جذب خاک به درجه جذب رسهای آن بستگی دارد. بنابراین وقتی خاکی کلوئیدهای زیاد داشته باشد، باید در مورد نوع علف کش و مقدار آن دقت بیشتری شود[۱].

تغییرات مکانی خصوصیات خاک مزرعه نظیر بافت خاک و درصد مواد آلی خاک میزان متفاوتی برای اعمال برخی علف کشهای شیمیایی در نقاط مختلف مزرعه پیشنهاد می کند. برای علف کشهای پیش رو شی[1] و برای یک مزرعه خاص، رایجترین عوامل تأثیر گذار در میزان کاربرد علف کشها، بافت خاک و درصد ماده آلی خاک است[۳].

به منظور اعمال علف کش بر اساس شرایط خاک، دو رهیافت یکی بر مبنای نقشه[2] و دیگری بر مبنای حسگر[3] وجود دارد که هر دو روش به انطباق میزان مصرف علف کش با شرایط موجود در مزرعه کمک می کند. رهیافت اعمال علف کش بر مبنای نقشه در مقایسه با رهیافت اعمال علف کش بر مبنای حسگر دارای مزایای قابل توجهی است. در رهیافت نقشه، قبل از ورود به مزرعه می توان میزان مصرف علف کش را تخمین زد. تأخیر زمانی بین نمونه برداری از خاک و اعمال علف کش، اجازه پردازش داده های نمونه برداری شده را در جهت کسب اطمینان و حتی ارتقاء صحت آنها را می دهد. همچنین در این رهیافت، با مشکل کمبود حسگرهای خاص مواجه نخواهیم بود[۳].

به منظور اندازه گیری ویژگی های خاک، علاوه بر روش نمونه گیری مستقیم از خاک و به کارگیری فناوری سنجش از دور، روشهای مختلف دیگری توسط محققین ارائه شده است. سادوس و همکاران (۲۰۰۵) از خواص هدایت الکتریکی خاک به منظور اندازه گیری برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده کردند[۵]، [۴]. سرجاکوبس و همکاران (۲۰۰۲) مقاومت مکانیکی خاک را در حین حرکت اندازه گیری کرده و آن را به خصوصیات فیزیکی خاک ارتباط ادند[۶].

هدف اصلی این مقاله ارائه روشی نوین برای تهیه نقشه رقومی درصد ماده آلی و بافت خاک به عنوان یک نقشه مدیریتی است که از آن به عنوان ورودی مطلوب در سامانه کنترل الکترونیکی میزان اعمال علف کشهای پیش رویشی در سمپاشهای هوشمند برای VRA[4] استفاده می شود.

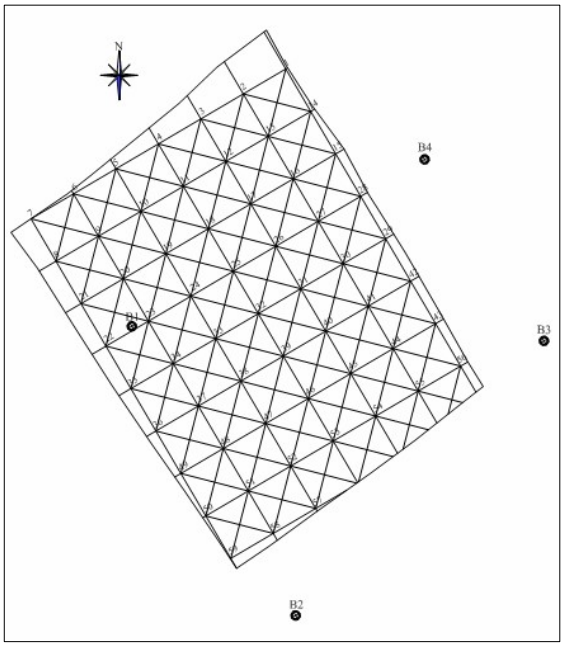
۲- مواد و روشها

۲-۱ – تهیه نقشه رقومی مزرعه در مختصات محلی(Local) و مختصات جهانی(UTM)

در این تحقیق از یک مزرعه ۱ هکتاری واقع در دشت قزوین در بخش جنوب غرب شهر قزوین که به مدت ۱ سال به صورت آیش باقی مانده بود به عنوان مزرعه مورد نظر در تهیه نقشه خاک استفاده شد. سه هفته قبل از شروع عملیات نقشه برداری و شبکه بندی سطح مزرعه، از یک خاک ورز برگرداندار سه خیش در عمق ۳۰ سانتی متری برای شخم زمین استفاده شد و سپس یک هرس بشقابی آفست رای خاک ورزی ثانویه و یک ماله به منظور تسطیح سطح زمین در دو جهت عمود برهم به کار برده شد. با توجه به عدم نفوذ خیش گاوآهن در خاک مزرعه، دو هفته قبل از شروع شخم، سطح مزرعه آبیی شد.

قبل از شروع نقشه برداری از سطح مزرعه، ۴ نقطه مرجع بر روی سطح مزرعه به وسیله بلوکهای بتنی با ابعاد ۲۰×۲۰×۳۰ سانتی متر مشخص شدند. محل نصب این بلوکها کاملا اختیاری بود که از آنها به عنوان محلهایی رای استقرار دوربینهای Total و گیرنده های GPS استفاده شد. با استفاده از تجهیزات نقشه برداری از نوع Total، موقعیت محلی ۴ نقطه مرجع مشخص گردید که به نقطه مرجع B_4 مختصات (۱۰۰،۱۰۰۰،۱۰۰۰) نسبت داده شد و سپس مختصات نسبی سه نقطه مرجع بعدی (B_1,B_2,B_3) نسبت به نقطه مرجع B_4 تعیین شد(شکل ۱). با استقرار دوربین Total بر روی نقطه مرجع

[1] Preemergence Herbicide
[2] Map-Based VRT
[3] Sensor-Based VRT
[4] Variable Rate Application



شکل ۱- شبکه بندی مزرعه و موقعیت ٤ ایستگاه شکل ۲- نمونه ی از گیرنده های GPS استاتیک مورد استفاده در تحقیق

B_4و با استفاده از رفلکتور، مختصات محلی مرز مزرعه مشخص شد. در ادامه با استفاده از استقرار رفلکتور در نقاط مختلف مزرعه، مختصات نقاط تراز مزرعه نیز به دست آمد. با پیاده کردن داده های به دست آمده از دوربین Total بر روی نرم افزار Land ، نقشه اولیه مزرعه بر اساس مختصات محلی دست آمد. سپس در محیط این نرم افزار به منظور نمونه برداری از خاک، نقشه مزرعه شبکه بندی شد(شکل ۱). این شبکه از ۴۸ سلول مربعی با ابعاد ۱۴/۸×۱۴/۸ متر تشکیل شده است که از دوربین Total برای پیاده سازی نقاط این سلولها بر روی مزرعه استفاده شد. مختصات به دست آمده از دوربینهای نقشه برداری Total ، مختصات محلی است و به منظور استفاده در عملیات کشاورزی دقیق، باید به مختصات نصف النهارات متقاطع جهانی[1] (UTM) تبدیل شوند. بدین منظور از ۴ گیرنده GPS استاتیک[2] با دقت ۵ میلی متر ، بر روی ۴ نقطه مرجع ستفاده شد (شکل ۲). گیرنده ها بر روی سه پایه نصب شدند و ارتفاع گیرنده ها از سطح زمین به صورت دستی اندازه گیری شد. مدت زمان دریافت داده های موقعیت توسط گیرنده های GPS از ماهواره ها حدود ۴ ساعت بود که این مدت زمان نسبتاً طولانی به منظور دریافت داده های بیشتر و در نتیجه افزایش دقت مکانیابی توسط گیرنده ها بود. تعداد داده های دریافت شده توسط آنتن های مستقر بر روی ایستگاه های B_1,B_2,B_3,B_4 به ترتیب ۱۴۶۷۶، ۱۴۹۳۴، ۱۵۰۲۴ و ۲۹۹۱ داده بود. به نظر می رسد تعداد داده های کم دریافت شده توسط آنتن مستقر بر روی ایستگاه B_4 به دلیل عدم مشاهده تعداد کافی از ماهواره ها توسط این آنتن باشد.

به منظور پردازش داده های گیرنده های GPS اید آنها را به رایانه شخصی منتقل کرد. برای این منظور از نرم افزار Hc Loader که یک نرم افزار اختصاصی برای انتقال داده های گیرنده های GPS بود، استفاده شد. پردازش داده ها توسط نرم افزار Compass که یک نرم افزار اختصاصی برای پردازش داده های دریافت شده توسط GPS ست، انجام شد. این نرم افزار داده

[1] Universal Transverse Mercatur

[2] ساخت شرکت Huace چین از نوع X20

جدول ۱- مختصات ایستگاه ها

ایستگاه	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	ارتفاع از سطح بیضوی Altitude
B1	E۴۹:۵۴:۳۷,۲۸	N۳۶:۱۵:۰۰,۳۹	۱۲۹۲/۳۲۹
B2	E۴۹:۵۴:۳۹,۲۶	N۳۶:۱۴:۵۷,۵۶	۱۲۸۸/۲۶۴
B3	E۴۹:۵۴:۴۲,۱۶	N۳۶:۱۵:۰۰,۲۲	۱۲۸۷/۹۶۷
B4	E۴۹:۵۴:۴۰,۷۹	N۳۶:۱۵:۰۲,۱۴	۱۲۹۳/۶۶۳

های مربوط به گیرنده ها را به دو پنجره شامل پنجره اطلاعات ایستگاه ها و پنجره گرافیکی موقعیت ایستگاه ها منتقل می کند. در نخستین مرحله پردازش داده ها ارتفاع آنتن GPS را برای نرم افزار تعریف کرده و این مرحله را برای هر ۴ آنتن GPS انجام می دهیم. بعد از این مرحله، نرم افزار به طور خودکار پردازش داده های GPS را انجام می دهد. پردازش داده ها در سامانه مختصات بیضوی WGS84 انجام گرفت. در تنظیمات مربوط به پردازش داده ها، نصف النهار مرکزی محل مشاهدات (ایران) 53^{o} و ضریب مقیاس نصف النهار ۰/۹۹۹۶ انتخاب شد. با پردازش داده های GPS ، مختصات طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع (از سطح آبهای آزاد) موقعیت ۴ ایستگاه B_1,B_2,B_3,B_4 مطابق جدول ۱ به دست آمد.

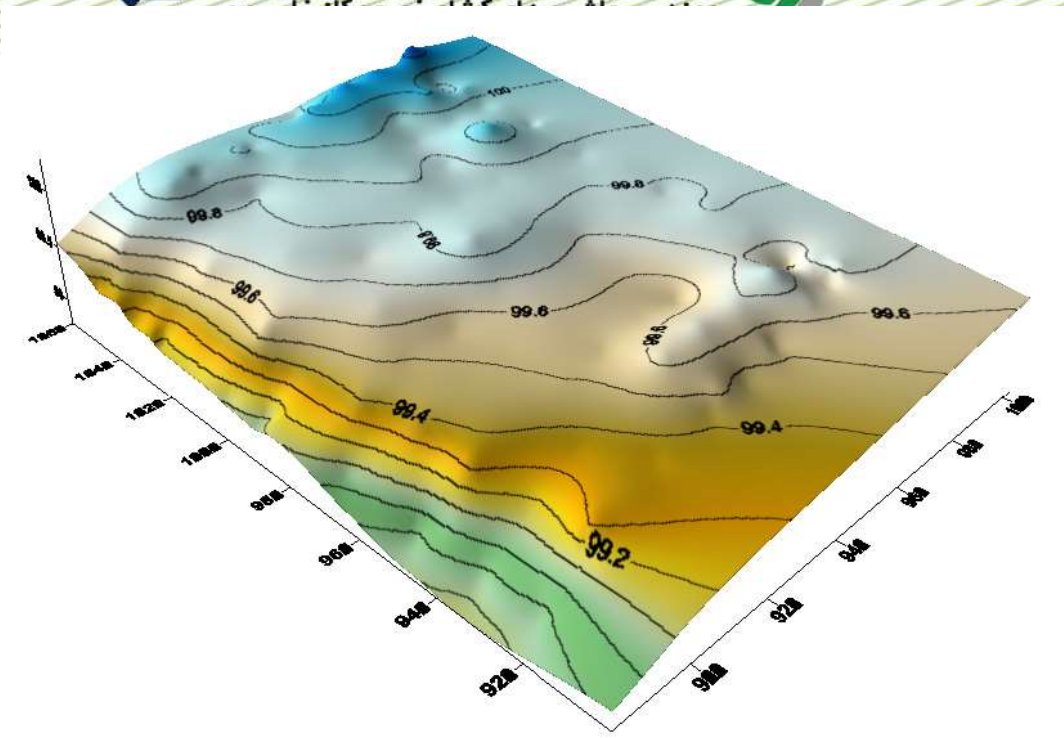
به منظور تبدیل مختصات محلی نقاط شبکه به مختصات جهانی UTM ، از نرم افزار Land استفاده شد که در آن با وارد کردن مختصات UTM مربوط به ۴ ایستگاه و با به دست آمدن بردار انتقال موقعیت، مختصات UTM تمام نقاط شبکه به دست آمد. به منظور درک صحیح از موقعیت نقاط شبکه، نقشه تراز سه بعدی مزرعه در محیط Surface تهیه شد (شکل ۳).

۲-۲- نمونه برداری از خاک

به منظور تهیه نقشه مدیریتی اعمال علف کش پیش رویشی بلادکس، نیاز به اندازه گیری پارامترهای درصد ماده آلی خاک (OM) و بافت خاک می باشد. بدین منظور عملیات نمونه برداری از خاک در مهرماه سال ۱۳۸۶ انجام پذیرفت. روش مورد استفاده، نمونه برداری نقطه شبکه[1] می باشد که در آن نمونه ها از مرکز هر سلول شبکه انتخاب می شوند. برای به دست آمدن موقعیت مرکز هر سلول از دو ریسمان که رئوس هر سلول را به صورت ضربدری به یکدیگر متصل می کرد، استفاده شد. سپس توسط اوگر از عمق ۲۵ سانتی متری که عمق متوسط توسعه علف کشهای پیش رویشی در خاک است، نمونه برداری انجام گرفت. این عمل برای تمام مراکز سلولهای شبکه که مجموعا ۴۸ سلول را شامل می شد، تکرار شد. سپس نمونه ها برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین ارسال شد.

روش مورد استفاده در تحلیل کربن آلی خاک، روش والکی- بلاک می باشد که در آن خاک را با اسید سولفوریک غلیظ و بی کرومات مجاور کرده، بعداز اتمام واکنش اکسیداسیون و احیاء، اضافه بیکرومات باقیمانده با فرو آمونیوم سولفات تیتر می گردد.
از نتایج تجزیه و تحلیل نمونه ها مشخص شد که درصد کربن آلی خاک مزرعه مورد نظر (به مساحت ۱ هکتار) در محدوده ۰/۶۸۴۸ و ۰/۳۱۴۷ ٪ متغیر است و بافت خاک نیز در محدوده لومی و لومی شنی قرار دارد.

[1] Grid Point Sampling



شکل۳ – نقشه تراز (منحنی میزان) سه بعدی مزرعه **(توجه : به منظور مشاهده نواحی رنگی مشخص شده در این نقشه باید از نسخه رقومی یا چاپ رنگی مقاله استفاده شود)**

جدول۲- میزان توصیه شده اعمال علف کش بلادکس بر اساس بافت و میزان ماده آلی خاک[۹]

	کربن آلی خاک (٪)					
بافت خاک	کمتر از ٪۱	٪۱	٪۲	٪۳	٪٤	٪۵ و بیشتر
شنی و شنی لومی	۱/٤	۱/۷	۲/۹	۳/۵	٤	٤/۷
لومی شنی	۱/۷	۲/۹	۳/۵	٤	٤/۷	۵/۲
لومی، لومی سیلتی، سیلتی	۲/۹	۳/۵	٤	٤/۷	۵/۲	۵/۸
رسی شنی، لومی رسی و لومی رسی سیلتی	۳/۵	٤	٤/۷	۵/۲	۵/۸	٦/٤
رسی شنی و رسی	٤	٤/٦	۵/۲	۲/۵	٦/٤	۷
تورب و لجنی	غیر قابل توصیه					

۲-۳- انطباق لایه موقعیت UTM نقاط مزرعه با لایه میزان اعمال علف کش

پس از اتمام آزمایشهای خاک، مقادیر درصد کربن آلی و بافت خاک به دست آمده، به موقعیت UTM مراکز سلولهای شبکه نسبت داده شد. به منظور ترسیم نقشه منحنی میزان برای دو پارامتر فوق، باید از روش میانیابی[1] بـه منظـور بـسط مقـادیر درصـد کربن آلی و بافت خاک به سایر نقاط شبکه استفاده شود. بدین منظور از روش میانیابی کریجینگ[2] که یکی از دقیق ترین روشها در میانیابی داده ها در کشاورزی دقیق می باشد، استفاده شد. از مشخصات بارز این روش در میانیابی داده ها این است که در آن از دو معیار که با چه سرعت و به چه مقدار، داده ها درون مزرعه تغییر می کنند، استفاده می شود که این موضوع منجر به افزایش دقـت محاسباتی روش کریجینگ می گردد.

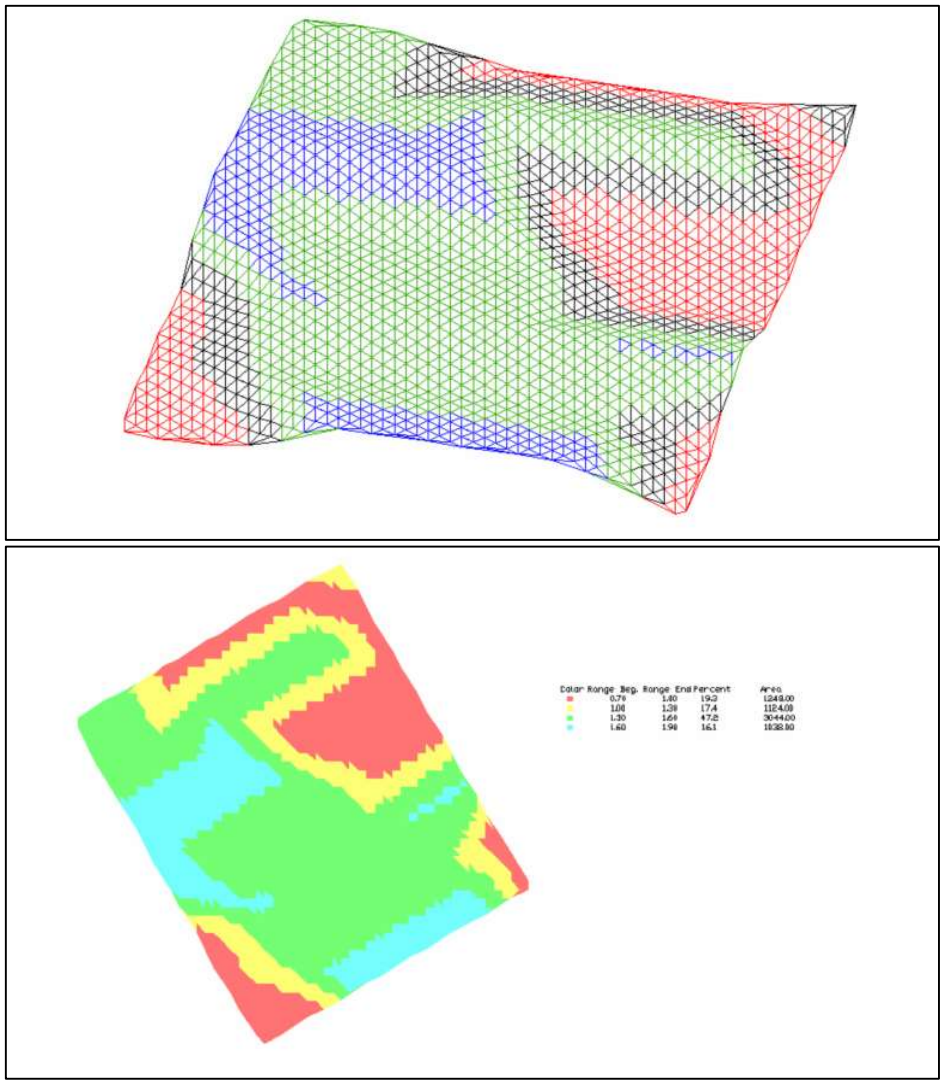
در گام بعدی، نقشه مدیریتی اعمال علف کش بر اساس مقادیر توصیه شده توسط شرکت سـازنده علـف کـش بلادکـس بـر اساس جدول ۲ به دست آمد. همانگونه که از این جدول بر می آید با افزایش درصد ماده آلی خاک و نیز بـا سـنگینتر شـدن بافـت خاک از خاک شنی و شنی لومی به خاک لومی رسی و رسی، میزان مصرف علف کش بلادکس 4L که نوعی علـف کـش پـیش رویشی است، افزایش می یابد. با در نظر گرفتن نتایج آزمون نمونه های خاک، که در آن درصد کربن آلی خاک مزرعه مورد نظر در محدوده ۰/۶۸۴۸ و ۰/۳۱۴۷ ٪ و بافت خاک نیز در محدوده لومی و لومی شنی متغیر است، و نیز مقـادیر ارائـه شـده در جـدول ۲، میزان علف کش قابل توصیه برای مزرعه مورد نظر، مقدار ثابت ۱/۷ لیتر در هکتار است. این نتیجه از آنجـا ناشـی مـی شـود کـه میزان تغییرات مکانی دو پارامتر مورد بررسی در این تحقیق، درصد کربن آلی و بافت خاک در مزرعه مورد نظـر معنـی دار نیـست. حال به منظور بسط نتیجه به شرایط واقعی تر که در آن ابعاد مزرعه تا اندازه ای بزرگ محسوب مـی شـود کـه پارامترهـای مـورد بررسی در آن تغییرات قابل توجهی را دارا باشند، شرایط واقعی با در نظر گرفتن مقادیر ارائه شده در جدول ۲ برای خاکهـای لـومی شنی، برای تغییرات درصد کربن آلی شبیه سازی شد. سپس نقشه رقومی مدیریتی در اعمال علف کـش بلادکـس بـه صـورت دو بعدی و سه بعدی بر اساس شکل ۴ به دست آمد. همانگونه که از این شکل مشخص است چهار ناحیـه مجـزا بـه منظـور اعمـال میزان متفاوتی از علف کش بلادکس به دست آمد. بر این اساس، میزان اعمال علف کش بر اساس رنگ و هم بر اساس مق ر که به وسیله شرح[3] نقشه مشخص شده، در محدوده ۱/۷ و ۴/۴ لیتر در هکتار به دست آمد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ابعاد موثر سلولها

با توجه به شکل ۱ سلولهای مورد استفاده در شبکه بندی مزرعه، سلولهایی به شکل مربع با طول ضلع ۱۴/۸ متر بودنـد. در شرایط واقعی تر که در آن از خاک مزارع بزرگتر از ۲۰ هکتار نمونه برداری می شود، توصیه محققین علم خاکشناسی آن است کـه به منظور تعیین بافت و درصد کربن آلی خاک در هر ۵ هکتار از ۱۰ سلول استفاده شود که با در نظر گرفتن این نسبت، یک مزرعه ۲۰ هکتاری را باید با شبکه ای ۴۰ سلولی شبکه بندی کرد که با فرض مربعی بودن سلولها، طول تقریبی ضلع هر سـلول ۷۰ متـر خواهد بود. تمامی اقدامات صورت گرفته در این تحقیق به منظور شبکه بندی مزرعه، در مزرعه ای به ابعاد ۱ هکتار انجـام گرفتـه است که یکی از دلایل این امر امکان کنترل تمام شرایط موثر بر دقت دوربینها، گیرنده ها و نیز پیاده سازی سلولها بر روی مزرعـه بود. تمامی نتایج حاصل از شبیه سازی نمونه برداری از یک هکتار قابل تعمیم به مزارعی با ابعاد بزرگتر مـی باشـد کـه در آنهـا در بسیاری از موارد تغییرات پارامترها قابل ملاحظه خواهند بود. از سوی دیگر از آنجا که نقـشه مـدیریتی حاصـل از ایـن تحقیـق بـه منظور ثبت در حافظه کنترلگر یک سمپاش بوم دار تراکتوری برای اعمـال میـزان متغیـری از علـف کـش بـه کـار خواهـد رفـت، آزمونهای مزرعه ای از لحاظ بررسی دقت پاشش، دقت گیرنده GPS متحـرک و فرکـانس عکـس العمـل حـسگرها، کنترلگـر و عملگرها، در ابعاد ۱ هکتار سریعتر و با دقت بیشتری انجام خواهد گرفت و بسیاری از عوامل تأثیر گذار بر این مـوارد قابـل کنتـرل خواهند بود.

[1] Interpolation
[2] Kriging
[3] Legend



شکل ٤-نقشه مدیریتی سه بعدی (بالا) و دو بعدی (پایین) اعمال علف کش بلادکس(توجه : به منظور مشاهده نواحی رنگی مشخص شده در این نقشه باید از نسخه رقومی یا چاپ رنگی مقاله استفاده شود)

۳-۲- بررسی روش نمونه برداری از خاک

روش مورد استفاده در این تحقیق به منظور نمونه برداری از خاک، روش نقطه شبکه می باشد که در آن از مرکز هر سلول نمونه ای به عمق ۲۵ سانتی متر برداشته شد. در شرایطی که در آن ابعاد سلولها بزرگتر می شوند، به منظور حصول نتیجه ای نزدیک به شرایط واقعی مزرعه، از سطح هر سلول شبکه تعداد ۳ تا ۵ نمونه انتخاب و آنها را با یکدیگر مخلوط می کنند تا نمونه ای که نماینده آن سلول باشد، به دست آید. سپس نتایج حاصل از آزمایش نمونه مخلوط شده را به مختصات مرکز هر سلول نسبت می دهند. اما در این تحقیق به دلیل کوچک بودن ابعاد سلولها، تنها یک نمونه از مرکز هر سلول انتخاب و نتایج حاصل از آزمایش خاک توسط روش میانیابی کریجینگ به سایر نقاط سلول بسط داده شد. در تعیین مختصات محلی و جهانی نقاط شبکه نیز از دقیق ترین روش موجود استفاده شده است که در آن با برقراری ارتباط بین مختصات محلی نقاط که از دوربینهای Total به دست می آید و داده های حاصل از گیرنده های GPS استاتیک، موقعیت نقاط با دقت زیر سانتی متر به دست می آید. اگرچه

دقت مورد نیاز در فناوری میزان متغیر می تواند زیر ۱ متر باشد، اما با توسعه ابعاد مزرعه، خطا در تعیین موقعیت به حد قابل قبولی خواهد رسید.

۳-۳- مقادیر تجویز شده علف کش

نقشه مدیریتی به دست آمده شامل ۴ ناحیه مجزا در اعمال علف کش با مقادیر متفاوت از ۱/۷ تا ۴/۴ لیتر در هکتار می باشد. می توان میزان صرفه جویی در مصرف علف کش را با در نظر گرفتن مقدار ثابت در پاشش علف کش و میزان متغیر با یکدیگر مقایسه کرد. بسیاری از کشاورزان به منظور دستیابی به نتیجه مطمئن در ریشه کن کردن علف های هرز و بدون رعایت الگوی توصیه شده توسط شرکت سازنده علف کش، سعی در اعمال حداکثر میزان علف کش می نمایند که با در نظر گرفتن الگوی پاشش علف کش بر اساس نقشه مدیریتی به دست آمده در این مطالعه، به طور متوسط ۳۱٪ در مصرف علف کش صرفه جویی خواهد شد. البته این میزان در صورتی قابل دسترس خواهد بود که سمپاش مورد استفاده دارای دقت کافی در مکانیابی و نیز اعمال میزان مناسبی از علف کش باشد.

٤- نتیجه گیری

شرط پذیرش فناوری میزان متغیر (VRT) در اعمال نهاده های کشاورزی، وجود تغییرات معنی دار در عوامل موثر در اعمال این نهاده ها در مزرعه می باشد. بر این اساس، اعمال میزان متغیری از علف کشهای پیش رویشی در مزارع، به ویژه در شرایطی که مقادیر متنابهی از اینگونه عناصر شیمیایی به کار می رود در صورتی قابل قبول است که دو پارامتر درصد کربن آلی و بافت خاک که بر میزان تأثیرگذاری آن دخالت دارد، تغییرات مکانی قابل ملاحظه ای را دارا باشند. با توجه به نتایج آزمایش نمونه های خاک مزرعه کار شده در این تحقیق، به دلیل عدم وجود تغییرات قابل ملاحظه در دو پارامتر فوق به نظر می رسد که به کارگیری فناوری میزان متغیر در اعمال علف کشهای پیش رویشی نمی تواند تحت این توجیه اقتصادی داشته باشد. این نتیجه در صو تی که تغییرات در خصوصیات فیزیکی خاک در مزراعی با ابعاد بزرگ ناچیز باشد، نیز صادق است. علیرغم آ ار موجود در سازمانهای مرتبط با تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به خاکهای زراعی، مطالعات بیشتر در زمینه بررسی تغییرات واقعی خصوصیات فیزیکی مهم خاک همگام با تعیین موقعیت نقاط مزرعه که در اعمال نهاده های زراعی به صورت میزان متغیر تاثیرگذار می باشند، به منظور تهیه نقشه های مدیریتی ضروری است. با انجام این کار، راهنمای مفیدی در مورد انتخاب و یا عدم انتخاب فناوری میزان متغیر در اختیار متخصصین و کشاورزان قرار خواهد گرفت که گام مهمی برای تصمیم گیری درباره به کارگیری کشاورزی دقیق خواهد بود.

٥- سپاسگز ری

این تحقیق با حمایتهای مادی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان انجام شده است که لازم است از زحمات آقای دکتر عباس ارباب معاون پژوهشی این دانشگاه تشکر و قدردانی گردد و همچنین از مسئولین محترم مرکز آموزش کشاورزی قزوین که امکانات لازم را در اج ای این تحقیق در اختیار قرار دادند، قدردانی می گردد.

٦- منابع :

۱- رستگار، محمدعلی، ۱۳۷۸، علف های هرز و روشهای کنترل آنها، تألیف، چاپ دوم، ناشر مرکز نشر دانشگاهی تهران،۴۱۳ ص حه.
۲- آ رنامه سایت وزارت جهاد کشاورزی، www.ministry of jihad.ir
۳- مورگان مارک و دن اس، ۱۳۸۲، کشاورزی دقیق برای متخصصین کشاورزی، لغوی، محمد، ترجمه، چاپ اول، ناشر سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی،۲۹۶ صفحه.

4- Annon.Editorial.Applications of apparent soil electrical conductivity in precision agriculture. 2005.Computers and Electronics in Agriculture 46(2005) 1-10.
5- K.A.Sudduth ,N.R. Kitchen , W.J. Wiebold , W.D. Batchelor, G.A.Bollero, D.G.Bullock , D.E. Clay , H.L. Palm , F.J. Pierce , R.T.Schuler, K.D. Thelen.

2005. Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. Computers and Electronics in Agriculture 46(2005) 263-283.

6- D.Sirjacobs,B.Hanquet,F.Lebeau,M.F.Destain. 2002.On-line soil mechanical resistance mapping and correlation with soil physical properties for precision agriculture. Soil & Tillage Research.

7- Fisher, K. B., G. J. Shropshire, C. L. Peterson, and E. A. Dowding.1993. A spatially variable liquid fertilizer applicator for wheat.ASAE Paper No. 93-1074. St. Joseph, Mich.: ASAE.

8- Jeffrey W. Vogel, Robert E. Wolf, J. Anita Dille.2005.Evaluation of a Variable Rate Application System for Site-Specific Weed Management. Paper presented at the ASAE Annual International Meeting. Tampa, Florida, 17 - 20 July.

9- K. A. Al-Gaadi, P. D. Ayers.1999. Integration GIS and GPS into a Spatially Variable Rate Herbicide Application System. Transactions of the ASABE. VOL. 15(4): 255-262.

10- K. Nishiwaki, K. Amaha, R. Otani.2004.Development Of Positioning System For Precision Sprayer. Automation Technology for Off-Road Equipment, Proceedings of the 7-8 October 2004 Conference (Kyoto, Japan). ASAE Publication Number 701P1004.

11- Kevin Bronson, Wayne Keeling, Robert Lascano, and Randy Boman. Variable Rate Phosphorus Fertilization in Cotton on the Texas High Plains. http://precisionagriculture.tamu.edu.

12- M. Carrara; A. Comparetti; P. Febo; S. Orlando.2004. Spatially Variable Rate Herbicide Application on Durum Wheat in Sicily. Biosystems Engineering (2004) 87 (4), 387–392.