

مقدمه‌ای بر

کشاورزی دقیق

دکتر حسین نوید

دانشیار دانشگاه تبریز

دکتر جواد رباطی

استادیار دانشگاه مراغه

سرشناسه	نوید، حسین؛ ۱۳۵۰
عنوان و نام پدید آور	مقدمه ای بر کشاورزی دقیق / تألیف حسین نوید، جواد رباطی
مشخصات نشر	تبریز: دانشگاه تبریز، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	۳۴۳ ص.: مصور، جدول، نمودار.
فروست	انتشارات دانشگاه تبریز؛ ۷۴۲.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۸۶۴-۱۲-۷.
وضعیت فهرست نویسی	فپا:
موضوع	کشاورزی دقیق Precision farming
موضوع	کشاورزی - نوآوری Agricultural innovations
موضوع	کشاورزی - الگوهای ریاضی Agriculture - Mathematical models
موضوع	کشاورزی - روش های آماری Agriculture - Statistical methods
موضوع	تحلیل فضایی (آمار) Spatial analysis (statistics)
شناسه افزوده	رباطی، جواد، ۱۳۵۵ -
شناسه افزوده	دانشگاه تبریز University of Tabriz
رده بندی - خره	۱۳۹۷ م ۵۶۶/۵/۱۹
رده بندی دب	۶۳۰/۱۵۱۱۸:
شماره کتابشناسی ملی	۵۴۴۷۴۷۷:



انتشارات دانشگاه تبریز

مقدمه ای بر کشاورزی دقیق

تألیف:	دکتر حسین نوید - دکتر جواد رباطی
ناشر و فروست:	انتشارات دانش‌سره تبریز؛ ۷۴۲
تاریخ و نوبت چاپ:	۱۳۹۷ - اول
شمارگان:	۱۵۰۰ نسخه
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۸۸۶۴-۱۲-۷
قیمت:	۴۰۰۰۰۰ ریال
سایت:	www.publication.tabrizu.ac.ir

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: اداره چاپ و انتشارات دانشگاه تبریز

این اثر مشمول قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر کس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نشانی: تبریز - بلوار ۲۹ بهمن - دانشگاه تبریز - تلفن: ۳۳۳۹۲۶۶۹ - نمابر: ۳۳۳۴۲۵۶۲

فهرست مطالب

۱	فصل اول
۱	کلیات
۴	۱-۱ سامانه‌های مختلف کشاورزی دقیق
۴	۱-۱-۱ سامانه‌های کنترل بخشی
۵	۲-۱ تعریف کشاورزی دقیق (PA)
۶	۱-۲-۱ تعریف کشاورزی دقیق در طول دوره‌های زمانی مختلف
۶	۳-۱ اهداف کشاورزی دقیق
۶	۱-۳-۱ بهینه‌سازی بازده تولید
۶	۲-۳-۱ بهینه‌سازی کیفیت
۷	۳-۳-۱ کاهش اثرات زیست‌محیطی
۷	۴-۳-۱ کاهش ریسک
۸	۴-۱ اجزای چرخه کشاورزی دقیق
۸	۱-۴-۱ زمین‌مبنایی
۸	۲-۴-۱ پایش محصول، خاک و اقلیم
۹	۳-۴-۱ تهیه نقشه ویژگی‌ها
۹	۴-۴-۱ سامانه‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری
۱۰	۵-۴-۱ عمل تفاضلی
۱۰	۵-۱ تاریخچه کشاورزی دقیق
۱۷	فصل دوم
۱۷	داده‌ها
۱۸	۱-۲ جمع‌آوری داده
۱۸	۲-۲ مقیاس اندازه‌گیری

- ۳-۲ مدیریت داده‌ها ۲۱
- ۴-۲ انواع فایل‌های داده ۲۲
- ۱-۴-۲ فایل‌های عمومی یا باز ۲۲
- ۲-۴-۲ فایل‌های اختصاصی ۲۲
- ۳-۴-۲ فایل‌های فضایی ۲۳
- ۴-۴-۲ فایل‌های بُردار ۲۳
- ۵-۴-۲ فایل‌های تصهیر شطرنجی ۲۳
- ۵-۲ سازمان‌دهی و ذخیره فایل در نرم‌افزار کشاورزی دقیق ۲۴
- ۶-۲ سازمان‌دهی ذخیره ری دستی فایل ۲۵
- ۷-۲ پروتکل نام‌گذاری فایل ۲۶
- ۸-۲ سازمان‌دهی فایل و پوشه ۲۶
- ۹-۲ پشتیبان‌گیری از داده‌ها ۲۷
- ۱۰-۲ مالکیت داده ۲۸
- ۱-۱۰-۲ داده اصلی ۲۸
- ۲-۱۰-۲ لایه‌های داده پردازش شده ۲۸
- ۳-۱۰-۲ ادغام داده‌ها ۲۸
- ۱۱-۲ جمع‌آوری داده ۲۹
- ۱۲-۲ روش‌های جمع‌آوری داده ۳۰
- ۱-۱۲-۲ نمونه‌برداری تصادفی ۳۰
- ۲-۱۲-۲ طبقه‌بندی تصادفی ۳۰
- ۱-۲-۱۲-۲ تخصیص نمونه به طبقات مختلف ۳۲
- ۳-۱۲-۲ نمونه‌برداری شبکه‌ای (سامانه‌ای) ۳۳
- ۴-۱۲-۲ نمونه‌برداری لایه‌بندی شده-روشمند ۳۵

۳۵	۵-۱۲-۲ نمونه برداری داوری شده
۳۵	۶-۱۲-۲ نمونه برداری با احتمال نابرابر
۳۷	۱۳-۲ جمع آوری داده در کشاورزی دقیق
۴۰	۱-۱۳-۲ اهمیت مقیاس فضایی برای نمونه برداری
۴۳	فصل سوم
۴۳	نقشه های مزرعه
۴۳	۱-۳ نقشه های زرع
۴۵	۱-۱-۳ نقشه عملکرد
۴۵	۲-۱-۳ نقشه شاخص تزیوت پوشش گیاهی نرمال شده NDVI
۴۷	۱-۲-۱-۳ روش اندازه گیری NDVI
۴۹	۳-۱-۳ تهیه نقشه pH خاک
۵۲	۴-۱-۳ نقشه کاشت
۶۵	۵-۱-۳ نقشه تجویز برای کاربردهای نرخ متغیر
۶۸	۶-۱-۳ نقشه عملکرد کیفی محصول
۶۹	۲-۳ اصلاح و پردازش داده ها در تهیه نقشه مزرعه
۷۰	۱-۲-۳ درون یابی
۷۰	۱-۱-۲-۳ روش های دورن یابی
۷۰	۲-۱-۲-۳ ویژگی روش ها و پارامترهای درون یابی
۷۲	۳-۱-۲-۳ درون یابی نزدیک ترین همسایه
۷۳	۲-۲-۳ روش معدل گیری محلی
۷۴	۳-۲-۳ روش معکوس فاصله
۷۶	۴-۲-۳ روش سهمی
۷۶	۴-۲-۳ روش کریجینگ

۷۷	فصل چهارم
۷۷	سامانه‌های ماهواره‌ای ناوبری جهانی
۷۷	۱-۲ مقدمه
۷۸	۲-۴ معادلات اساسی برای تعیین موقعیت
۸۱	۳-۴ حل موقعیت کاربر
۸۳	۴-۴ موقعیت کاربر در مختصات کروی
۸۴	۵-۴ انواع سامانه‌های ماهواره‌ای GPS
۸۶	۶-۴ ملاحظات طراحی سامانه
۸۶	۷-۴ بخش‌های مختلف سامانه GPS
۸۷	۱-۷-۴ بخش فضایی
۹۱	۲-۷-۴ بخش کنترل
۹۲	۳-۷-۴ بخش کاربر-موارد استفاده
۹۴	۸-۴ تقویم نجومی ماهواره GPS
۹۵	۱-۳-۷-۴ ابزارآرایی GPS
۹۶	۲-۷-۴ آنتن‌ها
۹۶	۸-۴ خطاهای GPS
۹۷	۱-۸-۴ خطاهای سیستماتیک
۹۹	۲-۸-۴ خطاهای محیط انتشار موج
۱۰۲	۳-۸-۴ خطای گیرنده
۱۰۲	۴-۸-۴ خطای دسترسی انتخابی
	۹-۴ نیازهای موقعیت‌یابی ماشین‌های فرمان خودکار کشاورزی: GPS تفاضلی و GPS کینماتیک زمان-واقعی
۱۰۳	
۱۰۹	فصل پنجم

۱۰۹	پایش عملکرد
۱۱۰	۱-۵ منابع تغییر عملکرد در مزرعه
۱۱۱	۲-۵ فرایند پایش عملکرد
۱۱۲	۳-۵ مزایای پایش محصول
۱۱۲	۴-۵ اجزای سامانه‌های پایش عملکرد
۱۱۳	۱-۴-۵ حسگر عملکرد
۱۱۵	۲-۴-۵ انواع حسگرهای جریان دانه
۱۱۵	۱-۲-۴-۵ اندازه‌گیری جریان حجمی
۱۱۵	۱-۱-۲-۴-۵ حسگر چرخشی جریان دانه
۱۱۶	۲-۱-۲-۴-۵ حسگر رادیومتریک
۱۱۷	۳-۱-۲-۴-۵ حسگر نوری
۱۱۸	۴-۱-۲-۴-۵ حسگر میکروویو
۱۱۹	۵-۱-۲-۴-۵ حسگر مافوق صوت
۱۲۰	۶-۱-۲-۴-۵ لیزر
۱۲۰	۲-۲-۴-۵ اندازه‌گیری جریان جرمی
۱۲۰	۱-۲-۲-۴-۵ حسگر نیروی ضربه
۱۲۴	۲-۲-۲-۴-۵ حسگر صفحه جابجایی
۱۲۵	۳-۴-۵ رابط کاربری و نمایشگر
۱۲۶	۴-۴-۵ سوییچ سطح برداشت
۱۲۶	۵-۴-۵ حسگر سرعت پیشروی
۱۲۷	۶-۴-۵ ذخیره داده‌ها
۱۲۷	۵-۴-۵ حسگر رطوبت
۱۲۸	۵-۵ پایش عملکرد محصولات خاص

- ۱-۵-۵ اندازه‌گیری عملکرد محصولات غده‌ای ۱۲۹
- ۲-۵-۵ اندازه‌گیری بار روی تریلر ۱۳۱
- ۳-۵-۵ نیروسنج‌های نصب شده در مال‌بند و یا محور چرخ‌ها ۱۳۱
- ۴-۵-۵ روش ضرب‌های ۱۳۲
- ۵-۵-۵ اندازه‌گیری وزن تجمعی ۱۳۴
- ۶-۵-۵ اندازه‌گیری حجم یا نرخ وزنی ۱۳۴
- ۷-۵-۵ روش نافوق صوت ۱۳۵
- ۸-۵-۵ برآورد غیرمستقیم عملکرد ۱۳۶
- ۹-۵-۵ چالش‌های پایش عملکرد محصولات خاص ۱۳۷
- ۶-۵ روش واسنجی حسگر ۱۳۸
- ۷-۵ عوامل موثر در دقت حسگر ۱۳۸
- ۸-۵ تصحیح داده‌ها ۱۳۹
- ۱-۸-۵ خطای حسگرها ۱۳۹
- ۲-۸-۵ توقف کم‌باین ۱۳۹
- ۳-۸-۵ تاخیر زمانی ۱۴۰
- ۴-۸-۵ عرض برش ناقص ۱۴۰
- ۵-۸-۵ افزایش یا کاهش ناگهانی جریان دانه در ابتدا و انتهای ردیف‌ها ۱۴۰
- ۶-۸-۵ موقعیت‌یابی اشتباه GPS ۱۴۰
- ۷-۸-۵ واسنجی اشتباه ۱۴۰
- ۸-۸-۵ چگالی دانه ۱۴۱
- فصل ششم ۱۴۳
- کاربرد نرخ متغیر ۱۴۳
- ۱-۶ فناوری نرخ متغیر چگونه کار می‌کند؟ ۱۴۴

۱۴۶	۲-۶ کاربرد فناوری نرخ متغیر
۱۴۸	۳-۶ کاربرد نرخ متغیر در کاشت
۱۴۹	۴-۶ کنترل علف‌های هرز به کمک VRT
۱۵۰	۱-۴-۶ سامانه کنترل بر مبنای جریان
۱۵۱	۲-۴-۶ سامانه‌های تزریق مستقیم مواد شیمیایی
۱۵۲	۳-۴-۶ تزریق مستقیم ماده شیمیایی با کنترل حامل
۱۵۳	۴-۴-۶ سامانه کنترل پاشش - نازل مدوله شده
۱۵۴	۵-۶ علف‌کش ای حسگر مینا
۱۵۷	۶-۶ کاربرد نرخ متغیر اهرک
۱۵۷	۷-۶ کودپخش‌کن نرخ متغیر
۱۵۸	۱-۷-۶ کاربرد نرخ متغیر برای فاسفر
۱۵۸	۲-۷-۶ کاربرد نرخ متغیر ازت
۱۵۹	۸-۶ فناوری کنترل خودکار بخشی
۱۶۱	فصل هفتم
۱۶۱	سنجش از دور
۱۶۱	۱-۷ مقدمه
۱۶۵	۲-۷ انواع سنجش از دور
۱۶۸	۳-۷ ویژگی‌های حسگر سنجش از دور
۱۶۸	۱-۳-۷ قدرت تفکیک مکانی
۱۶۹	۲-۳-۷ قدرت تفکیک زمانی
۱۷۰	۳-۳-۷ قدرت تفکیک طیفی
۱۷۰	۴-۳-۷ قدرت تفکیک رادیومتریک
۱۷۱	۴-۷ پردازش طیفی و انجام تصحیحات بر روی تصاویر سنجش از دور

- ۱۷۴ ۵-۷ شاخص‌های گیاهی سنجش از دور
- ۱۷۶ ۱-۵-۷ شاخص رویشی نسبی
- ۱۷۷ ۲-۵-۷ شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده
- ۱۷۷ ۳-۵-۷ شاخص گیاهی تعدیل‌کننده اثر خاک
- ۱۷۸ ۴-۵-۷ شاخص گیاهی ارتقا یافته
- ۱۷۹ ۵-۵-۷ شاخص گیاهی ارتقا یافته ۲
- ۱۷۹ ۶-۵-۷ شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده سبز
- ۱۸۰ ۷-۵-۷ شاخص مقاوم اتفریک مرئی
- ۱۸۱ ۸-۵-۷ شاخص گیاهی کاربیل
- ۱۸۱ ۹-۵-۷ شاخص محتوای رطوبت تفاضلی نرمال شده
- ۱۸۲ ۱۰-۵-۷ شاخص کلروفیل سبز
- ۱۸۳ ۱۱-۵-۷ شاخص خاک‌ورزی تفاضلی نرمال شده
- ۱۸۳ ۱۲-۵-۷ شاخص تفاوت بقایای نرمال شده مادون قرمز موج کوتاه
- ۱۸۳ ۱۳-۵-۷ شاخص جذبی سلولز
- ۱۸۵ ۱۴-۵-۷ شاخص تنش رطوبتی
- ۱۸۵ ۱۵-۵-۷ فاکتور بازتابش منظره ترکیبی (خاک و بقایا)
- ۱۸۷ ۱۶-۵-۷ شاخص کسر تشعشع فعال جذب شده به‌صورت فتوسنتزی
- ۱۸۸ ۶-۷ ماهواره‌های سنجش از دور
- ۱۸۹ ۱-۶-۷ ماهواره‌های لندست
- ۱۹۰ ۲-۶-۷ ماهواره‌های ترا و آکوا با حسگر مادیس
- ۱۹۱ ۳-۶-۷ ماهواره اسپات
- ۱۹۲ ۴-۶-۷ ماهواره IRS
- ۱۹۲ ۵-۶-۷ ماهواره NOAA

۱۹۳	۷-۷ سنجنده‌های سنجش از دور
۱۹۳	۱-۷-۷ سنجنده‌های سنجش از دور روی ماهواره [۶۷]
۱۹۳	۱-۱-۷-۷ TM, MSS, ETM+ (NASA, Landsat), ایالات متحده آمریکا
۱۹۴	۲-۱-۷-۷ هایپرپون (NASA, EO-1), ایالات متحده آمریکا
۱۹۴	۳-۱-۷-۷ استر (NASA, EOS AM-1), ایالات متحده آمریکا
۱۹۴	۴-۱-۷-۷ HRV و HRVIR (CNES SPOT), فرانسه
۱۹۵	۵-۱-۷-۷ ایکونوس تصویربرداری فضایی، ایالات متحده آمریکا
۱۹۶	۶-۱-۷-۷ کونیک (DigitalGlobe), ایالات متحده آمریکا
۱۹۶	۷-۱-۷-۷ AVHRR (TIRS, NOAA), NOAA, ایالات متحده آمریکا
۱۹۷	۸-۱-۷-۷ مودیس (EOS AM-1, PM), NASA, ایالات متحده آمریکا
۱۹۷	۹-۱-۷-۷ SAR (JERS-1 ژاپن، ERS-۲/۲ اتحادیه اروپا، RADARSAT، کانادا)
۱۹۷	۲-۷-۷ سنجنده‌های سنجش از دور روی هواپیما
۱۹۷	۱-۲-۷-۷ AVIRIS (NASA JPL), ایالات متحده آمریکا
۱۹۸	۲-۲-۷-۷ CASI (موسسه تحقیقاتی ITRES، کانادا)
۱۹۸	۳-۲-۷-۷ AISA (تصویر برداری طیفی، ایالات متحده آمریکا)
۱۹۸	۴-۲-۷-۷ ADS40 (سامانه‌های LH، ایالات متحده آمریکا)
۱۹۸	۵-۲-۷-۷ ALTM (Optech، کانادا)
۱۹۹	۸-۷ استفاده از ماهواره‌های سنجش از دور در بخش کشاورزی
۲۰۰	۱-۸-۷ استفاده از طیف‌سنجی در ارزیابی خاک‌ورزی حفاظتی
۲۰۲	۲-۸-۷ تخمین عملکرد و بیوماس گیاه
۲۰۳	۳-۸-۷ تخمین نیتروژن گیاه
۲۰۳	۴-۸-۷ تخمین مراحل فنولوژیکی گیاه
۲۰۵	۵-۸-۷ استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای تخمین زمان برداشت محصول

۲۱۹.....	فصل هشتم.....
۲۱۹.....	هدایت خودکار.....
۲۲۰.....	۸-۱ ناوبری و انجام عملیات خودکار.....
۲۲۰.....	۸-۱-۱ کمک ناوبری.....
۲۲۱.....	۸-۱-۲ هدایت خودکار.....
۲۲۴.....	۸-۱-۳ روبات‌های مزرعه‌ای.....
۲۲۵.....	۸-۲ سامانه‌های هدایت.....
۲۲۵.....	۸-۲-۱ هدایت مکانیکی.....
۲۲۵.....	۸-۲-۱-۱ پیروی از نقشه ارض وجود.....
۲۲۶.....	۸-۲-۱-۲ پیروی از عوارضی ده به دورت‌ها ایجاد شده‌اند.....
۲۲۶.....	۸-۲-۲ هدایت نوری (اپتیک).....
۲۲۶.....	۸-۲-۲-۱ لیزرها.....
۲۲۸.....	۸-۲-۲-۲ نور مادون قرمز.....
۲۲۸.....	۸-۲-۲-۳ نور مرئی.....
۲۲۹.....	۸-۲-۲-۴ ماشین بینایی.....
۲۳۱.....	۸-۲-۲-۵ سامانه تشخیص ردیف محصول بر اساس Stereovision.....
۲۳۳.....	۸-۲-۳ ناوبری رادیویی.....
۲۳۶.....	۸-۲-۳-۱ GPS به‌عنوان حسگری برای هدایت وسیله.....
۲۳۷.....	۸-۲-۳-۲ ناوبری مافوق صوت.....
۲۳۸.....	۸-۲-۳-۳ کابل‌های راهنما.....
۲۴۰.....	۸-۳ ترکیب حسگرها.....
۲۴۳.....	۸-۴ سامانه کنترل فرمان‌گیری.....
۲۴۷.....	۸-۵ مدار هیدرولیکی برای فرمان‌گیری.....

۲۵۰	۸-۶ کنترل کننده فرمان گیری
۲۵۲	۸-۶-۱ حلقه های کنترل فرمان گیری برای خودروهای هوشمند
۲۵۵	۸-۷-۱ دینامیک فرمان گیری
۲۵۵	۸-۷-۱-۱ دینامیک خودرو
۲۵۵	۸-۷-۱-۱-۱ جرم
۲۵۶	۸-۷-۱-۲ سامانه مختصات ثابت خودرو
۲۵۷	۸-۷-۱-۳ متغیرها حرکت
۲۵۷	۸-۷-۱-۴ سامانه مختصات متصل به زمین
۲۵۹	۸-۸ حرکت جانبی خودرو
۲۵۹	۸-۸-۱ دورزنی در سرعت های بالا
۲۶۱	۸-۸-۲ دورزنی در سرعت های بالا
۲۶۱	۸-۸-۳ معادلات حرکت نسبت به دستگاه مختصات ثابت روی خودرو
۲۶۵	۸-۹ حرکت جانبی خودرو بر اساس مدل دو چرخه
۲۶۷	۸-۹-۱ مدل دینامیکی Yaw دو چرخ
۲۶۸	۸-۱۰ دینامیک خودرو بر اساس مدل سه چرخ
۲۷۱	۸-۱۱ مدل کینماتیکی انحراف جانبی تراکتور (افست) روی زمین مسطح
۲۷۲	۸-۱۲ مدل سازی کینماتیکی حرکت جانبی تراکتور بر روی سطوح ناهموار
۲۷۳	۸-۱۳ سامانه های ناوبری تجاری
۲۷۳	۸-۱۳-۱ سامانه نمایش کشاورزی دقیق
۲۷۳	۸-۱۳-۲ EZ-Steer
۲۷۵	۸-۱۳-۳ EZ-Pilot
۲۷۵	۸-۱۳-۴ AutoPilot
۲۷۷	فصل نهم

۲۷۷	دامپروری دقیق
۲۷۸	۱-۹ تعریف دامپروری دقیق
۲۷۹	۲-۹ شناسایی دام‌ها و اندازه‌گیری شاخص‌ها
۲۸۱	۳-۹ پایش دامداری
۲۸۱	۱-۳-۹ اندازه‌گیری و کنترل شرایط محیطی
۲۸۲	۴-۹ پایش سلامتی حیوان
۲۸۲	۱-۴-۹ مصرف آب
۲۸۳	۲-۴-۹ اندازه‌گیری خوراک صرفی
۲۸۴	۳-۴-۹ پایش فعالیت ام
۲۸۶	۴-۴-۹ پایش نشخواری
۲۸۶	۱-۴-۴-۹ تشخیص زودهنگام بیماری
۲۸۷	۲-۴-۴-۹ روند بهبودی آسان
۲۸۸	۵-۹ شیردوشی دقیق
۲۸۹	۶-۹ تغذیه دقیق
۲۹۰	۱-۶-۹ نیازمندی‌های تغذیه دقیق
۲۹۱	فصل دهم
۲۹۱	آبیاری دقیق
۲۹۴	۱-۱۰ تعریف آبیاری دقیق
۲۹۷	۲-۱۰ اهداف آبیاری دقیق
۲۹۷	۳-۱۰ گام‌های اساسی برای رسیدن به یک سامانه آبیاری دقیق
۲۹۷	۱-۳-۱۰ داده‌برداری
۲۹۸	۲-۳-۱۰ تفسیر داده‌ها
۲۹۹	۳-۳-۱۰ کنترل

۲۹۹	۱۰-۳-۱ کنترل سرعت دستگاه آبیاری
۳۰۰	۱۰-۳-۲ کنترل بخشی دستگاه آبیاری
۳۰۰	۱۰-۳-۴ ارزیابی
۳۰۱	۱۰-۴ مقیاس‌های زمانی و مکانی
۳۰۱	۱۰-۵ تجهیزات آبیاری دقیق
۳۰۲	۱۰-۵-۱ تجهیزات جمع‌آوری داده‌های محیطی
۳۰۲	۱۰-۵-۱-۱ داده‌های آب و هوایی
۳۰۲	۱۰-۵-۱-۲ داده‌های حسگرهای محیطی مزرعه
۳۰۵	۱۰-۵-۲ کنترل کننده‌های خودکار
۳۰۵	۱۰-۵-۲-۱ حسگرها در بخش‌های کنترل
۳۰۶	۱۰-۵-۲-۲ کنترل از راه دور
۳۰۶	۱۰-۵-۲-۳ کنترل زمان کاری (TOU)
۳۰۶	۱۰-۶ پاسخ خودکارسازی شده تقاضا
۳۰۷	۱۰-۷ به کارگیری اینترنت
۳۰۷	۱۰-۸ شبکه محلی
۳۰۸	۱۰-۹ صرفه‌جویی در آب و انرژی
۳۱۱	منابع

پیش‌گفتار مولفین

امروزه بشر برای ادامه حیات خود در کره خاکی با دو چالش مهم روبه‌رو است. این دو چالش که تا حدودی در تضاد با هم نیز هستند عبارتند از: تولید کافی محصولات کشاورزی و مواد غذایی، و ضرورت حفظ منابع راهبردی، نظیر آب و خاک، و نیز محیط زیست. پاسخ هم‌زمان به این دو چالش، سیاست‌گذاران کشاورزی دنیا را به استفاده موثر، به‌هنگام و بهینه نهاده‌های کشاورزی سوق داده است. این راهبرد ضمن داشتن مزایای اقتصادی، از استفاده بیش از نیاز واقعی نهاده‌ها و ورود مواد شیمیایی کشاورزی به چرخه غذایی انسان از طریق رسوب در محصولات کشاورزی یا نفوذ در آب‌های سطحی و زیرسطحی، و در نهایت در بدن انسان جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، آب و خاک به منبع مهم کشاورزی هستند که وضعیت هردو روزبه‌روز بحرانی‌تر و در برخی موارد بسیار نگران‌کننده شده است. یکی از راه‌حل‌های عمده این مشکلات، استفاده از روش‌های مدیریتی جدید در سامانه‌های کشاورزی و استفاده از فناوری‌های نوین به منظور مدیریت بهینه نهاده‌ها می‌باشد. امروزه این امر در کشاورزی دنیا تحت عنوان **کشاورزی دقیق** مطرح است. در کشاورزی دقیق قبل از اعمال نهاده‌ها، مقدار مورد نیاز با پردازش اطلاعات جمع‌آوری شده از زرع تعیین و سپس اعمال می‌شود. موضوع کشاورزی دقیق موضوع چندان جدیدی نیست و در گذشته این سیستم نیز مورد استفاده کشاورزان، باغداران و دامداران بوده است. به‌عنوان مثال زمانی که تعداد دام‌ها محدود بود، مکان رصد و پایش وضعیت سلامت تک‌تک آنها وجود داشت. اما با توسعه مزارع، باغات و دامداری‌ها، این امر رصداً ممکن نمی‌نمود تا این‌که پیشرفت‌های بشر در زمینه الکترونیک، حسگرها و پردازش داده‌ها از یک طرف و ظهور فناوری‌های جدید در زمینه تعیین موقعیت و زمین‌مرجع نمودن داده‌ها و امکان تغییر در اعمال نهاده‌ها از طرف دیگر، جمع‌آوری انبوه داده، تحلیل و پردازش سریع آنها و اعمال نرخ متغیر نهاده‌ها را فراهم نمود.

کشاورزی دقیق در کشور موضوع بسیار جدیدی است که پرداختن به آن در حوزه‌ها اعم از آموزشی، تحقیقاتی و اجرایی یک انتخاب بلکه یک ضرورت می‌باشد. این ضرورت و در ادامه، فعالیت‌های نسبتاً گسترده‌ای که در دانشگاه تبریز در ده سال اخیر در حوزه کشاورزی دقیق انجام گرفته است، ما را بر آن داشت که برای معرفی دقیق‌تر "کشاورزی دقیق"، کتاب حاضر را تالیف و در اختیار دانشجویان، کارشناسان و متخصصین امر قرار دهند.

کتاب حاضر در ۱۰ فصل تنظیم شده است. در فصل اول به کلیات و تعاریف کشاورزی دقیق پرداخته می‌شود. در فصل‌های دوم و سوم به انواع داده، جمع‌آوری آنها و تبدیل آنها به نقشه‌های مزرعه اشاره شده است. در فصل چهارم، خوانندگان محترم با کلیات سامانه‌های موقعیت‌یاب جهانی و استفاده از آنها در کشاورزی آشنا خواهند شد. پایش عملکرد از نکات کلیدی در کشاورزی دقیق و جمع‌آوری داده از مزرعه و شناخت مناسب از آن می‌باشد که در فصل پنجم آمده است. کاربرد نرخ متغیر نهاده‌ها از بحث‌های جدی در کشاورزی دقیق است و در فصل ششم با آن آشنا خواهید شد. در فصل هفتم به موضوع مهم سنجش از دور پرداخته شده است که

امروزه امکان مناسبی را برای اندازه‌گیری‌های مختلف در سطح گسترده فراهم می‌نماید. در فصل هشتم با هدایت خودکار خودروهای غیرجاده‌ای از جمله تراکتور، حسگرهای مورد استفاده در این زمینه و نیز سامانه‌های تجاری در دسترس آشنا خواهید شد. دو فصل آخر کتاب به‌طور مستقل به دو موضوع دامپروری دقیق و آبیاری دقیق اختصاص دارد. در این دو فصل به‌طور خلاصه به این موارد پرداخته شده است اما این دو موضوع از زمینه‌هایی هستند که جا دارد متخصصین محترم به‌طور جد و توأم با جزئیات مربوطه به آنها بپردازند.

هرچند در تهیه این کتاب سعی شده است دقت لازم صورت گیرد تا هم از متنی روان برخوردار بوده و هم بتواند مفاهیم را به‌خوبی منتقل نماید، اما بدون شک متن حاضر خالی از اشکال نبوده و امیدواریم صاحب‌نظران و همکاران گرامی بر ما منت نهاده و ضمن مطالعه این کتاب، با نظرات اصلاحی خویش ما را در چاپ‌های بعدی و در راستای رفع مشکلات موجود یاری نمایند.

در انتها، بر خود لازم می‌دانیم از داوران محترم که نظرات ارزشمندشان را در غنی‌تر شدن این کتاب از ما دریغ ننمودند، کمال امتنان داشته باشیم.

نوید-رباطی

آذرماه ۱۳۹۷