

کاربرد فناوری نرخ متغیر در کشاورزی دقیق به همراه پیاده‌سازی سیستم آبیاری هوشمند

روح اله محمد سنابادی عزیز

مربی پژوهشی، پژوهشکده مهندسی جهاد، پست الکترونیکی: rohollahmohammad@yahoo.com

چکیده

تکنولوژی نرخ متغیر تکنولوژیی است که نهاده‌ها را با نرخ متغیر و متناسب با نیاز محصول در اختیار زمین و محصول قرار می‌دهد و نرخ تغییرات بر اساس اطلاعات نقشه یا حسگر حاصل می‌گردد. تکنولوژی نرخ متغیر در عملیات زراعی همچون کودپاشی، سم پاشی، بذرپاشی و آبیاری و غیره کاربرد دارد که در این تحقیق برای اولویت بندی کاربردهای مذکور در حوزه کشاورزی دقیق در ایران از روش مقایسه‌ای تابع مطلوبیت همراه با وزن دهی معیارها استفاده شده است.

برای نمونه در تحقیق فوق از تکنولوژی نرخ متغیر در آبیاری یک هکتار از باغات سیب واقع در منطقه همایجان فارس استفاده شده است که روش آبیاری نرخ متغیر قطره‌ای مجهز به حسگر رطوبت با استفاده از روش مقایسه‌ای تابع مطلوبیت همراه با وزن دهی معیارها از بین روش‌های آبیاری پایلوت مذکور انتخاب گردید. همچنین از بین عوامل تاثیرگذار بر روی دوره آبیاری عامل بافت خاک به عنوان مهمترین پارامتر تاثیرگذار بر روی دوره آبیاری پایلوت مذکور در نظر گرفته شد. سیستم آبیاری نرخ متغیر قطره‌ای فوق مطابق با نقشه فرضی بافت خاک برای پایلوت مذکور طراحی گردید. مطابق با طراحی فوق مشاهده خواهد شد که نرخ آبیاری (مقدار آب مصرفی کل) برای درختان پایلوت مورد نظر با توجه به نواحی تفکیک شده نقشه بافت خاک، متغیر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های آبیاری، تکنولوژی نرخ متغیر، آنالیز خاک، تصمیم‌گیری چند معیاری، سیستم‌های کنترل

مقدمه

یکی از مهم‌ترین رمزهای موفقیت کشاورزی دقیق استفاده از تکنولوژی نرخ متغیر در اعمال نهاده‌ها در امور کشاورزی دقیق است [1]. با توجه به پیشرفت روزافزون علم، افزایش جمعیت کره‌ی زمین، نیاز روزافزون بشر به مواد غذایی و محدود بودن زمین‌های کشاورزی بشر، برای دستیابی به بهره‌وری بیشتر در تولید محصولات کشاورزی گامهای موثری برداشته شده است و با استفاده از حسگرها، نقشه‌ها، ماهواره‌ها و غیره درصدد افزایش تولید محصولات کشاورزی با روش‌های علمی است. برای دستیابی به این اهداف، تحقیقات و آزمایش‌های گوناگونی برای بهره‌وری بیشتر روی مزارع انجام شده است که ناشی از تلاش محققان و صاحب نظران است و نتیجه امر این است که متناسب با احتیاجات مزرعه بذر و مواد غذایی در اختیار آن قرار داده شود. این فناوری تکنولوژی نرخ متغیر نامیده می‌شود.

در این میان مساله کمبود آب و حساسیت‌های قابل درکی که در سالیان اخیر در قبال موضوع حفظ محیط زیست و حفظ منابع انرژی ایجاد شده است و نظر به اینکه سیستم های سنتی کشاورزی با مدیریت نامناسب آب و از طرفی مصرف بی رویه کودها، علف کش ها و آفت کش‌های شیمیایی از مهمترین منابع آلودگی محیط زیست بوده است لذا متخصصین علوم زراعی در سالیان اخیر بدنبال شیوه‌های نوینی در مدیریت مزرعه بوده اند که علاوه بر بهینه سازی مصرف نهاده‌ها، عملکرد را نیز افزایش داده و در نهایت بازده اقتصادی تولید را بالا ببرد و باید گفت که تکنولوژی نرخ متغیر از جمله این شیوه مدیریت موفق مزرعه است.

مواد و روش ها

مزرعه انتخابی برای اجرای طرح آبیاری در شهرستان سپیدان از استان فارس می باشد و دارای مشخصات عمومی ذیل است :

شهرستان سپیدان بین عرضهای ۲۹ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه قرار دارد. این شهرستان در شمال غربی استان فارس قرار داشته و از شمال به شهرستان اقلید و از شرق به شهرستان مرودشت و از جنوب به شهرستان شیراز و از غرب به شهرستان ممسنی و از شمال غرب به استان کهگیلویه و بویر احمد محدود است. در چهار چوب آخرین تقسیمات کشوری سال ۱۳۷۹ این شهرستان شامل سه بخش که عبارتند از: ۱- مرکزی ۲- همایجان ۳- بیضا می باشد.

شهرستان سپیدان دارای سه شهرک صنعتی (شهید جاویدی- شهرک صنعتی همایجان- شهرک صنعتی بیضاء) بوده که در حال حاضر تنها تعداد حدوداً 31 واحد تولیدی صنعتی از قبیل سپیدان چوب، لوله سازی فراسان، آب معدنی، لیمون‌دیس- سپید آج و .. بصورت فعال اقدام به تولید می نمایند. این شهرستان دارای مساحت تقریبی 2557/8 کیلومترمربع است و تعداد 16514 خانوار معادل با 87246 نفر جمعیت دارد که 11230 نفر جمعیت شهری و 76016 نفر جمعیت روستایی را تشکیل داده است . مرکز این شهرستان، شهر اردکان می باشد. نقاط تفریحی شهرستان سپیدان عبارتند از : آبشار مارگون، تنگ تیزاب، چله گاه، برم و چشمه شش پیر، تنگ گمبیل، تنگ براق، پیست اسکی و برم فیروز می باشد.

محصولات و حاصلخیزی: سطح کل اراضی زیرکشت و قابل کشت شهرستان 81958 هکتار است که مقدار 46119 هکتار آن اراضی آبی و مقدار 29339 هکتار آن اراضی دیم و 6500 هکتار آن اراضی بایر قابل عمران است. عمده محصولات این شهرستان عبارتند از : گندم، جو، لوبیا، چغندر قند، نخود، عدس، سیر، یونجه، سیب زمینی، پیاز، ماش، برنج، ذرت.

سطح کل باغات آبی و دیم شهرستان حدود 11220 هکتار و درختان مثمر آن شامل : سیب . هلو، گردو، گیلاس، زردآلو، گلابی و درختان غیرمثمر آن شامل : سفیدار، بید چنار و صنوبر می باشد، که محصول سیب با بیش از 70 هزارتن در رتبه اول تولید این میوه‌ها قرار دارد، شایان ذکر است سیب شهرستان سپیدان از لحاظ کیفیت جزء بهترین سیبهای استان است.

آب و هوا و نزولات جوی: شهرستان سپیدان به دلیل قرار گرفتن در زاگرس مرکزی دارای آب و هوای کوهستانی می باشد که در زمستانها سرد و پربرف و تابستان معتدل است، میانگین سالانه نزولات آسمانی در این شهرستان 1200 میلیمتر می باشد، ارتفاعات عمده این منطقه شامل: کوه رنج با ارتفاع 3718 متر و کوه های برم فیروز و گز است.

پایلوت مورد نظر در دشت همایجان واقع شده است. این دشت در فاصله 15 کیلومتری سپیدان به سمت شیراز، در مختصات حدودی 30 درجه شمالی و 52 درجه شرقی، در ارتفاع 1996 متری از سطح دریا قرار گرفته است. از شعبه های رودخانه شش پیر در غرب این دشت جاری است. کانال خانی در این دشت به موازات کانال قدیمی احداث شده است و در مسیر 5/8 کیلومتری با هفت کانال فرعی و 16 آبگیر، مزارع و باغهای می کند. محصولات درختان مثمر آن شامل: سیب، هلو، گردو، گیلاس، زردآلو، تغذیه زبردست کانال را گلابی و درختان غیرمثمر آن شامل: سفیدار، بید چنار و صنوبر می باشد، که محصول سیب با بیش از 70 هزارتن در رتبه اول تولید این میوهها قرار دارد، شایان ذکر است سیب شهرستان سپیدان از لحاظ کیفیت جزء تصویر ماهواره ای این دشت در شکل (7-1) نشان داده شده [6 و 5] بهترین سیب های استان فارس است [7].

از مجموع 32 هکتار زمینهای باغی متعلق به تعاونی کارکنان جهاد کشاورزی، یک پایلوت کوچک در نظر گرفته شد که دارای مشخصات ذیل است:

- مساحت: یک قطعه مربع شکل یک هکتاری با طول و عرض 100 متر
- نوع درخت: سیب "ژنتیکی پا کوتاه" (دارای رشد ارتفاعی کم)
- تعداد درخت در هکتار: تقریباً 2400 عدد درخت سیب
- منبع آب: یک حلقه چاه عمیق با عمق 150 متر برای کل محدوده 32 هکتاری بعلاوه امکان استفاده از آب جاری و کانال منشعب از رودخانه

جدول 1: مشخصات خاک پایلوت مورد نظر

ردیف	خصوصیت	توصیف و کاربرد	اهمیت	وضعیت پایلوت
1	توپوگرافی	شیب و مشخصات ظاهری	مهم در آبیاری سطحی	شیب حدودی: 6%
2	عمق خاک	رفتار عمق‌های مختلف خاک در انتقال و نگهداری آب	موثر در عمق کاشت حسگر رطوبت	--
3	بافت خاک و نفوذ پذیری	بسته به بافت خاک میزان نفوذ پذیری تغییر می کند نفوذ پذیری با ضریب k مشخص می شود و آن از تفاع آبی است که در واحد زمان در خاک نفوذ می کند و بر حسب متر در ثانیه بیان می شود	موثر در ظرفیت نگهداری آب مورد نیاز جهت گیاه: نفوذ پذیری بیشتر، ظرفیت نگهداری کمتر	طبق بررسی‌ها، مشورت و آزمایش‌های نوعی، بافت خاک این پایلوت به سه ناحیه قابل تفکیک تقسیم می شود.
5	چسبندگی	فرسایش آبی و گود افتادگی	مهم در آبیاری سطحی	
6	مواد آلی	مواد آلی بر روی خصوصیات فیزیکی خاک تاثیر مثبت دارد	-----	
7	مواد معدنی خاک	مواد حاصلخیز کننده که مستقیماً بوسیله گیاه جذب می شود	-----	
8	هدایت الکتریکی خاک	یافتن آن می توان مقدار املاح خاک را محاسبه نمود. هرچه املاح خاک بیشتر باشد هدایت الکتریکی آن نیز بیشتر است	-----	

- انواع آبیاری نرخ متغیر درختی و انتخاب یک سیستم آبیاری مناسب برای پایلوت مورد نظر

چهار روش برای آبیاری نرخ متغیر درختی پیشنهاد می شود که عبارتند از:
آبیاری نرخ متغیر زمانی
آبیاری نرخ متغیر بارانی برپایه حسگر
آبیاری نرخ متغیر میکرو (قطره ای) برپایه حسگر
آبیاری نرخ متغیر میکرو (قطره ای) مجهز به دوربین های سنجش از دور

- 7-2-1- شاخص گذاری آبیاری¹

برای منطقی کردن مقایسه ها، اندازه گیری مقادیر کمی مربوطه مورد نیاز می باشد. آخرین مرحله؛ شناسائی و تعیین فاکتورهائی است که مورد توجه شاخص گذاری آبیاری، مقایسه ای است بین نحوه انجام فعالیتی خاص در یک مؤسسه با فعالیت های شرکت های مشابه آن مؤسسه. این مقایسه از گستردگی کافی در جهت شناساندن بهترین مجری برخوردار می باشد. با ارزیابی دقیق فعالیت مورد نظر با فعالیت های مشابه رسیدن به راهکارهای منطقی آسان تر خواهد بود و هم چنین بهترین عملکرد، دست یافتنی تر خواهد شد. مسلماً مطرح نمودن سؤالات صحیح و دقیق و استفاده از روش های مشابه ایده ای مناسب در جهت رسیدن به بهترین بودن ها می باشد. در تعریف ارزیابی کیفی، سه مرحله مشخص شده است. اولین مرحله؛ شناخت و انتخاب گروه ها جهت مقایسه با در نظر گرفتن هدف دسترسی به بهترین وضعیت می باشد. این نکته قابل اهمیت است که مقایسه ها باید با بهترین ها انجام شود نه با آنهایی که از عملکرد مشابهی برخوردار می باشد. دومین مرحله؛ ارزیابی عملکرد شرکت های مورد مقایسه می باشد. شرکت های برتر نسبت به سایرین بوده است. این فاکتورها معمولاً به عنوان بهترین تجارب و روش های مدیریتی شناخته می شوند.

در تعریف شاخص گذاری "هکت"² این نکته قابل توجه است که سطح مطلق عملکرد اهمیت چندانی ندارد، بلکه در این جا مقایسه نسبی عملکرد مطرح است که در مطالعه ارزیابی کیفی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. شاخص ها برای مقایسه در بین مؤسسات مهم می باشند و در کلیه مراحل شناخت بهترین نحوه اعمال مدیریت که سبب دسترسی به بهترین عملکرد تعریف شده گردد از اهمیت خاصی برخوردار است. به عنوان نمونه بهترین عملکرد تعریف شده، می تواند دستیابی به بالاترین میزان تولید به ازای واحد مصرف باشد.

¹: Benchmarking

²: Hequet

دامنه فعالیت‌هایی که قابل ارزیابی کیفی می‌باشند بسیار وسیع و سطح مقایسه‌ای که می‌توان انجام داد نیز بسیار گسترده می‌باشد. در عین حال که مقایسه‌ها را می‌توان در سطح کلان صنعتی در مرزهای بین‌المللی به انجام رسانید، می‌توان یک پروسه ساده را نیز درون همان شرکت یا واحد تجاری مورد مقایسه قرار داد.

• روش تابع مطلوبیت با وزن دهی معیارها

در این روش معیارهای قضاوت و موثر در انتخاب گزینه‌ها با کمک منابع مطالعاتی و میدانی استخراج، پالایش و دسته‌بندی می‌شوند. اهمیت نسبی هر معیار نیز نسبت به دیگر معیارها تعیین می‌شود. در مرحله بعد، امتیاز هر گزینه از نظر هر معیار در یک جدول به روش پرسش‌نامه و متوسط‌گیری و نرمال‌سازی استخراج می‌گردد. نهایتاً، نمره هر گزینه بر حسب امتیازهای ردیفی و وزن معیارها محاسبه می‌شود. امتیاز بیشتر گزینه، نشان‌دهنده گزینه بهینه است.

• انتخاب سیستم پایه بهینه

در این طرح از روش تابع مطلوبیت با وزن دهی معیارها جهت انتخاب سیستم بهینه آبیاری استفاده خواهد شد. آن چنان که در قسمت قبل آورده شده است، معیارهای مقایسه سیستم‌های آبیاری گوناگون و متنوع و وابسته به شرایط می‌تواند تغییر کند در جدول (2) تعدادی از آن‌ها ارائه شده است.

جدول 2: معیارهای مقایسه سیستم‌های آبیاری گوناگون

ردیف	طبقه بندی	معیار	توصیف معیار	ملاحظات
1	فنی (Technical)	توزیع مناسب آب	مطابق با نیاز گیاه	کیفی
2		تطابق با استانداردها		کیفی
3		تطابق با اقلیم منطقه		کیفی
4	اقتصادی (Economic)	هزینه تجهیزات		کمی
5		هزینه راه‌اندازی		کمی
6		هزینه نگهداری		کمی
7		نیاز به جابجایی حین آبیاری		کیفی
8		نیروی انسانی		کمی
9		عمر سیستم		کیفی
10		نیاز به آماده‌سازی زمین		کیفی
11		تلفات کمتر آب		کمی
12	اجتماعی فرهنگی	دسترسی به تجهیزات		کیفی

کیفی		امنیت سیستم	(Cultural)	13
کیفی		دسترسی به متخصصین		14
کیفی		امکان بومی سازی		15
کیفی		ایجاد اشتغال		16
		هماهنگی با برنامه‌های کلان		17

سیستم‌های قابل انتخاب به همراه معیارهای گزینش سیستم آبیاری در جدول (2) جهت مقایسه آورده شده است، اعداد و قضاوت‌ها از منابع به صورت برداشت از مطالب و با مشورت افراد خبره و باتجربه محلی آورده شده است. به عنوان مثال، مقایسه‌های زیر، علت ثبت اعداد مرتبط در جدول را نشان می‌دهد. مقایسه سیستم: 1- آبیاری نرخ متغیر زمانی و 2- نرخ متغیر بارانی حسگری نشان می‌دهد که سیستم 2 (سیستم آبیاری نرخ متغیر بارانی حسگری) معیارهای فنی مانند نیازهای آبی گیاه را تا حدود 50 درصد به خوبی برآورده می‌کند و سیستم 1 (سیستم آبیاری نرخ متغیر زمانی) ناتوان از این موضوع بوده و تنها 25 درصد معیارهای فنی را برآورده می‌سازد. حال آنکه در زمینه معیارهای اقتصادی چون صرفه جویی آب و هزینه کمتر تجهیزات در مجموع سیستم 1 به علت اعمال بار مالی کمتر، قوی‌تر است و سیستم 2 اگر چه گران‌تر است اما بطور کلی به علت صرفه جویی در میزان آب و هزینه‌های ثانویه، خیلی از سیستم 1 فاصله نمی‌گیرد و معیارهای اقتصادی را تا حدود 60 درصد برآورده می‌کند.

تاثیر اطلاعات مکانی و منطقه‌ای در ارزیابی مطلوبیت سیستم آبیاری بسته به وضعیت منطقه، میزان امنیت اجتماعی، می‌تواند بر نقش معیارهای اجتماعی فرهنگی یک سیستم آبیاری تاثیر بگذارد. به طور مثال امنیت بیشتر باعث نگرانی کمتر از محافظت تجهیزات گران قیمت شده، مطلوبیت سیستم‌های پیچیده را بالاتر می‌برد. سهولت و میزان دسترسی به منابع آبی یا قرار داشتن در منطقه دارای نزولات جوی زیاد، نقش معیار اقتصادی در زمینه صرفه جویی آب را کم رنگ می‌کند.

اهمیت برآورده شدن هر یک از گروه معیارها با یکدیگر متفاوت است. مثلاً اهمیت معیارهای اقتصادی حدود 2 برابر اهمیت معیارهای فنی یا اجتماعی است زیرا اولین مطلب مهم در انتخاب سیستم‌های آبیاری بحث هزینه است. معیارهای فنی و اجتماعی در تشکیل مطلوبیت سیستم آبیاری، بترتیب 30 و 20 درصد اهمیت دارند. مطلوبیت سیستم آبیاری ترکیبی خطی از معیارها و ضرایب آنها ست [2 و 7]:

معادله 1: مطلوبیت سیستم آبیاری

$$U = Wt \times Pt + We \times Pe + Wc \times Pc$$

شایان ذکر است که نمی توان انتظار داشت این رابطه در همه دامنه‌ها خطی باشد یا به عبارتی سیستم‌های مشمول این فرمول، یک فیلتر اولیه جهت حذف پاسخ‌های غیر موجه دارند . به طور مثال اگر سیستمی، معیارهای فرهنگی اجتماعی را نتواند در حدی قابل قبول و به عنوان نمونه 25 درصد برآورده کند، نمی تواند سیستم موجهی باشد .

جدول 3: سیستم‌های قابل انتخاب به همراه معیارهای گزینش سیستم آبیاری

ردیف (شماره سیستم آبیاری)	سیستم‌های آبیاری باغستان	Pt میزان برآوردن معیارهای فنی: آب رسانی مناسب، ...	Pe میزان برآوردن معیارهای اقتصادی: هزینه‌های اولیه و نگهداری و مصرف آب .	Pc میزان برآوردن معیارهای اجتماعی فرهنگی: دسترسی و تامین تجهیزات، امنیت تجهیزات ...	U مطلوبیت سیستم آبیاری
		اهمیت: 30%	اهمیت: 50%	اهمیت: 20%	Utility
		Wt	We	Wc	
1	آبیاری نرخ متغیر زمانی	25	70	80	58
2	آبیاری بارانی نرخ متغیر مجهز به حسگر	50	60	60	57
3	آبیاری نرخ متغیر قطره ای مجهز به حسگر	70	60	60	63
4	آبیاری نرخ متغیر قطره ای مجهز به دوربین‌های سنسور از دور	80	30	30	45

ستون آخر جدول (3) نشان می دهد که سیستم 3 یعنی "آبیاری نرخ متغیر قطره ای مجهز به حسگر"، مطلوبیت بیشتری از نظر مجموع معیارهای فنی، اقتصادی و اجتماعی دارد و لذا به عنوان روش آبیاری انتخابی در این طرح برگزیده شد. از نظر استدلالی نیز مشخص است که این سیستم در حد متوسط بازدهی فنی و اقتصادی قرار دارد.

پس از انتخاب روش آبیاری با توجه به شرایط پایلوت مورد نظر به مباحث زیر می پردازیم:

متغیرهای مهم و موثر بر نرخ و دوره آبیاری پایلوت مورد نظر

طراحی سیستم لوله گذاری و تعداد و محل نصب حسگرهای رطوبت سنج در پایلوت مورد نظر با توجه به

نقشه بافت خاک

مشخصات و شیوه عملکرد کنترل کننده مورد نظر

روش عملکرد سیستم طراحی شده برای آبیاری نرخ متغیر در پایلوت مورد نظر

تجهیزات و هزینه های اجرای طرح مذکور در پایلوت مورد نظر

• **متغیرهای مهم و موثر بر نرخ و دوره آبیاری پایلوت مورد نظر**

دوره آبیاری متأثر از عوامل مختلفی هم چون بافت خاک، ساختمان خاک، دمای محیط، رنگ خاک، نوع و سن گیاه و شیب زمین و غیره می باشد. در مورد آبیاری نرخ متغیر قطره ای عامل شیب زمین تأثیری بر دوره و مدت زمان آبیاری ندارد [3و4]. در تحقیق مذکور سعی بر آن است که دوره و زمان آبیاری یک هکتار باغ سیب واقع در همایجان فارس با توجه به عوامل یاد شده به روش آبیاری نرخ متغیر قطره ای توسط سیستم کنترلی انجام شود.

در ابتدا برای انجام طراحی مذکور بایستی متغیرهای مهم برای انجام عمل آبیاری را شناخت و از آن ها

برای طراحی سیستم نرخ متغیر آبیاری در باغات استفاده نمود. در زیر به توضیح در مورد انواع متغیرهای مهم در

تابع نرخ آبیاری می پردازیم.

جدول 4: سیستم‌های قابل انتخاب به همراه معیارهای گزینش سیستم آبیاری

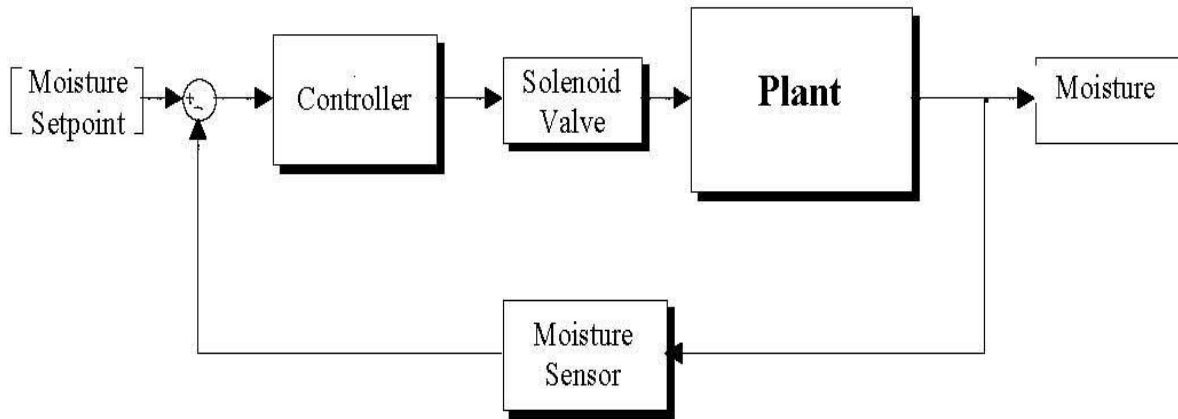
تکنیک / خصوصیات	پیچیدگی تئوری	سیستم‌های تحت پوشش	متغیرهای غیر دقیق
Time Scheduling	کم	ساده خطی	--
Lookup Table Scheduling	کم	ساده خطی	--
Threshold on/off Sensor Based	کم	ساده خطی	--
Linear Controller	متوسط	خطی، دارای تابع تبدیل معلوم، ورودی و خروجی محدود	ضعیف
Fuzzy Controller & Modern Controllers	زیاد	خطی و غیر خطی، تابع تبدیل نادقیق، ورودی خروجی غیر محدود	قوی

• تشریح سیستم طراحی شده آبیاری نرخ متغیر قطره‌ای برای پایلوت موردنظر

روش عملکرد سیستم آبیاری فوق بدین صورت است که حسگرهای رطوبت واقع در ناحیه (I) و (II) پایلوت مورد نظر به طور پیوسته سیگنال‌هایی را به کنترل کننده کلاسیک در نظر گرفته شده برای این سیستم ارسال می‌کند. زمانی که در نواحی (I) یا (II) رطوبت موجود در خاک کاهش یافته باشد و نیاز باشد که عمل آبیاری انجام شود، کنترل کننده مذکور، بستگی به سیگنال‌های دریافتی از حسگرهای رطوبت سنج واقع در ناحیه (I) یا (II)، سیگنالی را مناسب بایکی از دوناحیه مذکور که نیاز به آبیاری دارند، به شیر برقی مربوطه (که یکی از دو شیربرقی شماره یک یا دو می باشد) می‌فرستد و با ارسال این سیگنال، شیربرقی مذکور فعال می‌شود.

با فعال شدن شیربرقی، آبیاری توسط لوله‌های قرار گرفته در طول هر ردیف از درختان آن ناحیه شروع می‌شود و هنگامی که رطوبت خاک ناحیه مذکور به حد مورد نظر رسید و سیگنالی که توسط حسگر اندازه‌گیری رطوبت به کنترلر فرستاده می‌شود، نشان دهنده رطوبت صد در صد را در آن ناحیه باشد، سیگنالی که توسط کنترل کننده برای فعال‌سازی سلنویید مربوطه فرستاده شده بود، قطع می‌گردد و شیربرقی مذکور غیرفعال شده و مسیر اصلی ورودی آب به لوله‌های فرعی قرار گرفته شده در طول ردیف‌های درختان ناحیه موردنظر بسته می‌گردد و عمل آبیاری قطع می‌شود.

کلیه اعمال یاد شده در ناحیه (I) به طور متناوب در محدوده زمانی کمتری نسبت به ناحیه (II) انجام خواهد شد. شکل (1) مدار کلی سیستم کنترلی برای آبیاری نرخ متغیر قطره ای مجهز به حسگر رطوبت را برای پایلوت مذکور نشان می دهد.



شکل 1: سیستم کنترلی برای آبیاری نرخ متغیر قطره ای مجهز به حسگر رطوبت

نتایج

توجه به معیارهای مختلف اقتصادی و اجتماعی نشان می دهد که در شرایط امروزه، به کارگیری تکنولوژی نرخ متغیر در حوزه سم پاشی از اولویت بیشتری برخوردار است و حوزه های کودپاشی، بذریاشی و آبیاری بترتیب در اولویت های بعدی قرار می گیرند. البته توجه به محدودیت منابع آب و آثار زیست محیطی کاربرد سموم و کودهای شیمیایی، ممکن است جایگاه این اولویت ها را در برنامه ریزی سطح کلان تغییر دهد. به منظور اجرای آبیاری نرخ متغیر قطره ای مجهز به حسگر رطوبت برای باغ ها، توجه به نقشه بافت خاک بعنوان مهم ترین عامل موثر در طراحی سیستم های آبیاری به ویژه نوع نرخ متغیر از اهمیت بالایی برخوردار است. برای کاهش تاثیرات سایر متغیرها در صورت امکان عمل یکنواخت سازی نواحی بایستی انجام پذیرد. در این صورت پیاده سازی سیستم طراحی شده با الگوریتم آبیاری مطرح شده می تواند آبیاری مناسب را تضمین نماید.

مراجع

1. محمد جعفر ملکوتی، روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی، تربیت مدرس، 1379.
2. اصغرپور، محمد جواد، تصمیم گیری های چند معیاره، دانشگاه علم و صنعت، تهران، 1376.

3. مریام. جان. ال، ارزیابی سیستم‌های آبیاری مزارع، ترجمه فرهاد قاسم زاده مجاوری، نشر آستان قدس، 1369.

4. علیزاده، امین، طراحی سیستم‌های آبیاری، نشر دانشگاه امام رضا، 1381.

5. Irrigation Committee of Iran, <http://www.irncid.org/Default.aspx>

6. Google Remote Sensing Earth, <http://earth.google.com/>

7. Irrigation Committee of Iran, <http://www.irncid.org/Khabarname.asp?KID=68>

Abstract:

Feeding the farm amendments with variable rate -instead of old fashioned constant rate feeding- is the most important achievement of modern precision farming.

The rate of supplying nutrients , fertilizers or water for each point of field is based on information prepared by maps or sensors.

Variable Rate Technology (VRT) is implemented in different farm operations as irrigation, fertilizing , spraying and seeding. Using these technologies is depend on socio-economic conditions. Prioritizing techniques like questionnaires containing comparision criteria , their weights and feasible alternatives should be applied here to decide on implementing VRT in our agriculture systems. Carrying out this part of survey, lead us to the result that in our situation in Iran, spraying operations have the highest priority due to its wide applications and lower costs. Other applications of VRT as fertilizing, seeding and irrigation, are held in lower ranks respectively. Although, there are some difference in point of view among farmers micro-economic considerations and government macro-economic sensitivities, which may affects the ranking results but not so much.

The second part of survey focuses on VRT in irrigation; here is considered a pilot in "Homaijan" district near Sepidan of Fars province. With an area of one hectare and about 2,400 apple trees. There were different irrigation systems with varying costs, specifications and qualities which could be installed. Again, with the prioritizing methods, we found the rank of each irrigation system and products due to important criteria through questionnaires. The "moisture sensor based automated drip irrigation system" had the highest priority among other systems. Although there are some cost differences between products of suppliers.

Studies revealed that arranging a uniform field characteristics & variables, will show a uniform needs for irrigation. This unification could be possible with considering the soil texture and it involves soil sampling experiments and different paths for piping to have a better control on water needs of each path.

With considering an assumed soil map, an automated irrigation system designed which used the products of higher ranked suppliers. A PID controller is considered for this system and decision point of this controller was set at 50% moisture in the depth of

60cm under surface by using moisture sensor. This described system, is the optimum one for this VRT irrigation system.

KEYWORDS:

Irrigation Systems, Variable Rate Technology (VRT) , Multi criteria decision , Control Systems, Soil Analysis