# مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

## مقاله شماره ۲۹ (سخنرانی)

**موضوع:**

## آبیاری میکرو (Micro Irrigation)

## روند توسعه، امکانات و محدودیت‌ها

**تهیه کننده:**

محمدکاظم سیاهی*

## چکیـــده

### ۱ـ کلیات

در حال‌حاضر حدود ۲۴۰ ـ ۲۷۰ میلیون هکتار اراضی تحت آبیاری در سطح دنیا وجود دارد که معادل ۱۶٪ کل اراضی قابل کشت می‌باشد. (postal 1992)، حدود ۴۰٪ غذای مردم جهان از این اراضی تحت آبیاری بدست می‌آید. این رقم در مقایسه با ۴۸ میلیون هکتار اراضی کشت آبی در سالهای ۱۹۰۰ حدود ۵ برابر افزایش نشان می‌دهد. معهذا در دهه‌های اخیر میزان رشد سطح تحت آبیاری کاهش یافته است بطوریکه در سالهای دهه ۸۰ افزایشی معادل ۲۳/۶ میلیون هکتار در مساحت کشت آبی حاصل شده است در حالیکه توسعه آن در سالهای دهه ۷۰ معادل رقم حدود ۵۰ میلیون هکتار بوده است. این امر عمدتاً ناشی از افزایش هزینه توسعه تأسیسات جدید آبیاری می‌باشد که در سطح جهانی به رقم ۱۰ تا ۲۰ هزار دلار در هر هکتار رسیده است.

---

* ـ عضو شورایعالی وهیئت اجرایی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

حدود ۷۰٪ از کل مساحت ۲۴۰ ـ ۲۷۰ میلیون هکتاری اراضی تحت آبیاری جهان در کشورهای در حال توسعه واقع شده که هندوستان، چین، پاکستان، اندونزی ـ مکزیک، ایران و تایلند بالاترین سطوح تحت آبیاری را در این منطقه در بر می‌گیرند (نمودار شماره ۱). در حال حاضر کشور ما با حدود ۶ میلیون هکتار کشت آبی دارای نرخ حدود ۱۰۰ هکتار برای هر ۱۰۰۰ نفر یعنی دو برابر متوسط جهانی (۵۰ ـ هکتار برای هر ۱۰۰۰) نفر می‌باشد و این خود رسالت مردم ما را برای افزایش تولید نشان می‌دهد.

در شرایط موجود رشد افزایش تقاضا برای غذا در منطقه‌ای از جهان که کشور ما در آن قرار گرفته (غرب آسیا و شمال آفریقا) حدود ۳/۸ درصد در سال می‌باشد. این افزایش تقاضا برای غذا یا بایستی از طریق توسعه اراضی جدید تحت آبیاری حاصل شود (حدود ۵ میلیون هکتار توسعه در سال) که حصول به این میزان توسعه بلحاظ محدودیت منابع آب و خاک مناسب مورد تردید می‌باشد و یا از طریق بهره‌برداری پیشرفته از اراضی موجود، بهرحال نیاز غذایی بیشتر هشداری است در رابطه با مسئله تقاضای روز افزون برای تأمین آب آبیاری و نیاز به تحول در روشهای مدیریت فعلی کاربرد آب در راستای بالا بردن راندمان آبیاری. تلاش در جهت حل این نیاز از این بابت اهمیت دارد که در منطقه آسیا و از جمله کشور ما حدود ۸۰٪ منابع آبهای شیرین برای آبیاری کشاورزی مصرف می‌شود (نمودار شماره ۲).

و بدین ترتیب اتکاء به آبیاری برای تأمین غذای بیشتر امری اجتناب ناپذیر است که حصول به این مهم با افزایش سطح و بهسازی اراضی فعلی آبیاری و افزایش راندمان آبیاری امکان‌پذیر است. افزایش راندمان آبیاری بایستی بعنوان راه حل کلیدی مدنظر قرار گیرد تا امکان تولید بیشتر محصول بازاء هر مترمکعب آب مصرفی فراهم شود.

در حال حاضر حدود ۶۰ میلیون هکتار از اراضی تحت آبیاری جهان در خطر شوری و باتلاقی شدن قرار دارد. کشور ما ایران نیز از این خطر در امان نیست، در اغلب شبکه‌های آبیاری تحت بهره‌برداری مسایل فوق دامنگیر سازمان‌های بهره‌برداری می‌باشد که تلاش در جهت بهسازی و بهبود باردهی اراضی را طلب می‌کند. متأسفانه آمار دقیقی از میزان صدمات شوری و زه‌دار شدن اراضی در شبکه‌های آبیاری کشور در دسترس نیست، معهذا شواهد موجود دال بر زه‌دار شدن نسبی بخش وسیعی از اراضی همراه با بروز مشکل شوری بخصوص در نواحی گرم و خشک کشور می‌باشد. برای بالابردن تولید محصول بازاء هر واحد حجم آب مصرفی راه‌حل‌های متعددی وجود دارد که شامل بکارگیری تکنولوژیهای نو آبیاری، اعمال مدیریت

مناسب توسط زارعین و متصدیان آب و اصلاح ساختار سازمان‌های توزیع آب می‌باشد.

در بررسیهای بعدی خواهیم دید که با استفاده از تکنولوژیهای نو در آبیاری (آبیاری میکرو) حصول به اهداف توسعه و صرفه‌جویی در آب چگونه قابل حصول است.

## ۲ـ تعاریف

بمنظور معرفی اصطلاحاتی که در متن بکار رفته شده تعاریف زیر ارائه می‌گردد.

**آبیاری میکرو**: آبیاری میکرو بروشی اطلاق می‌شود که در آن آب آبیاری بمقدار مساوی و یکنواخت و کنترل شده در تواتر زمانی نزدیک بهم از طریق یک لوله آبده با فشار کم که قطره‌چکانها یا میکرو افشانها برروی آن قرار دارند بطور مستقیم در پای نبات اعمال می‌گردد. در این روش معمولاً کوددهی همراه با آبیاری انجام می‌شود. سیستم آبیاری و میکرو معمولاً مشتمل بر قسمتهای تأمین فشار (پمپها)، سیستم کنترل و تنظیم فشار، انواع فیلترهای شنی و توری، سیستم کوددهی و بعضاً با سیستم تزریق مواد شیمیایی نظیر کلر و اسید و سموم، لوله‌اصلی، لوله توزیع آب و لوله فرعی آبده و قطره‌چکانها (یا میکرو افشانها) که روی لوله فرعی آبده قرار دارند، باشد.

**آبیاری میکرو سطحی**: به سیستمی اطلاق می‌گردد که در آن خطوط لوله فرعی آبده و قطره‌چکانها بر روی زمین نصب می‌گردند. در این سیستم میزان دبی جریان در طول لوله‌های فرعی آبده (Run - Length) معمولاً کمتر از ۱۱۲ لیتر در ساعت برای قطره‌چکانهای با خروجی نقطه‌ای و کمتر از ۱۲ لیتر در ساعت در متر طول برای قطره‌چکانهای خطی (Line Source emitter) می‌باشد.

سیستم میکرو افشانها دارای دبی حدود ۱۷۵ لیتر در ساعت برای هر لوله آبده می‌باشد.

**آبیاری میکرو زیرزمینی**: به سیستمی اطلاق می‌گردد که در آن خطوط لوله فرعی آبده و قطره‌چکانها در زیر سطح زمین قرار می‌گیرند. دبی جریان لوله آبده و قطره‌چکانها مشابه سیستم آبیاری میکرو سطحی می‌باشد.

**یکنواختی کاربرد آب (Water application):**

این معیار براساس روند شدت جریان آب از قطره چکانهای تعیین می‌گردد و تحت تأثیر عوامل زیر قرار دارد:

- طرح هیدرولیکی خط لوله و اختلاف مربوط به فشار آب در قره‌چکانها
- انحراف در ساخت ابعاد قطره‌چکانها، گرفتگی و صدمه مکانیکی قطره‌چکانها
- فرسودگی و تعویض قطره‌چکانهای از کار افتاده

**انحراف جریان از قطره‌چکانها:**

این انحراف که بعنوان یک ضابطه طراحی بکار می‌رود بشرح زیر بیان می‌گردد:

$$qvar = \frac{qmax - qmin}{qmax} \times ۱۰۰$$

**انحراف ساخت قطره‌چکانها:**

این انحراف که تغییرات جریان خروجی از تعدادی قطره‌چکان تحت یک فشار هیدرولیکی ثابت می‌باشد بشرح زیر بیان می‌شود:

$$CVm = \frac{Sq}{\overline{q}} \times ۱۰۰$$

Cvm ضریب تغییرات جریان از یک نوع قطره‌چکان مشخص بعلت انحرافات ناشی از ساخت بوده و معمولاً از ۲٪ تا ۲۰٪ برای قطره‌چکانها مختلف متفاوت می‌باشد.

Sq انحراف معیار دبی خروجی از قطره‌چکانها و $\overline{q}$ متوسط دبی‌های خروجی قطره چکانها در یک فشار ثابت برحسب لیتر در ساعت می‌باشد.

**راندمان آبیاری مزرعه:**

راندمان آبیاری مزرعه بصورت رابطه

$$Ea = \frac{Vm}{Vf} \times ۱۰۰$$

تعریف می‌شود که در آن:

Ea = راندمان آبیاری مزرعه برحسب درصد

Vm = حجم آب مورد نیاز و قابل دسترس برای تبخیر و تعرق گیاه جهت رفع تنش آبی غیرمطلوب در گیاه در دوره رشد

Vf = حجم آب آبیاری تأمین شده در سطح مزرعه

Vm در حقیقت نیاز آبیاری است که معادل نیاز آبی گیاه (ETcrop) منهای باران مؤثر می‌باشد.

Vf معادل ارتفاع کل آبیاری اعمال شده برای یک محصول در سطح مزرعه شامل آبیاری اولیه و آبیاریهای دوره رشد محصول می‌باشد.

**راندمان تولید آب (water use Efficiency):**

میزان تولید محصول بازاء واحد حجم آب مصرفی برای آبیاری راندمان تولید آب (WUE) نامیده می‌شود.

## ۳ـروند جهانی توسعه آبیاری میکرو

آبیاری زیرزمینی با استفاده از کوزه‌های گلی بدون لعاب (Pitcher irrigation) یک روش سنتی بسیار قدیمی ابیاری میکرو می‌باشد که هنوز هم در چندین کشور از جمله ایران، هندوستان و بزریل (Power 1985, Mondal 1974, Stein 1990) بکار گرفته می‌شود. در ایران کاربرد آبیاری کوزه‌ای عمدتاً در نواحی حاشیه کویر که با محدودیت منابع آب روبرو هستند، مرسوم است. از سالهای ۱۹۶۰ استفاده از تکنیک‌های جدید آبیاری میکرو عمدتاً درکشورهایی که با کمبود آب روبرو بوده آغاز گردیده است. هدف نهایی سیستم آبیاری

میکرو افزایش راندمان کاربرد آب در سطح مزرعه و افزایش تولید می‌باشد.

اولین بررسی در مورد روند توسعه آبیاری میکرو در سطح جهانی در سال ۱۹۸۲ توسط ICID آغاز و در سالهای ۱۹۸۶ و ۱۹۹۱ نیز تکرار شده است.

نتایج این بررسیها نشان می‌دهد که دلایل عمده انتخاب آبیاری میکرو در کشورهای پیشرو بشرح زیر است:

- محدودبودن منابع آب
- بالابودن هزینه آب و کارگر
- شور بودن نسبی آب
- نیاز به آبیاری محصولات گلخانه‌ای و آبیاری فضای سبز شهری

**مزایای کاربرد آبیاری میکرو عبارتند از:**

- افزایش کاربری مفید آبهای در دسترس بعلت امکان کاربرد رضایتبخش آبهای با کیفیت پائین.
- افزایش راندمان آبیاری و صرفه‌جویی در میزان آب بمیزان ۳۰ تا ۷۰٪
- رشد مناسب محصول
- افزایش راندمان تولید مصرف آب (افزایش تولید محصول بازاء هر مترمکعب آب مصرفی برای آبیاری)
- کاهش خطرات شوری برای گیاه
- بهبود کاربری و صرفه‌جوئی در مصرف کود
- کاهش رشد علف‌های هرز و ممانعت از تجمع آفات بالقوه
- کاهش نیاز به انرژی در مقایسه با سایر سیستم‌های تحت فشار
- کاهش تعداد کارگر مورد نیاز و کاهش نسبی هزینه‌های بهره‌برداری
- عدم وجود هرز آب آبیاری و ممانعت از فرسایش خاک
- سهولت کاربرد سیستم با تجهیزات اتوماتیک کنترل آبیاری
- امکان کاربرد سیستم در اراضی دامنه‌ای و خاکهای مسئله‌دار

**محدودیت‌های بالقوه آبیاری میکرو در مقایسه با سایر روشهای آبیاری عبارتند از:**

- هزینه زیاد سرمایه‌گذاری اولیه
- هزینه تعمیرات و نگهداری مداوم
- محدودیت توزیع رطوبت در خاک
- محدودیت توسعه ریشه نبات
- نیاز به تصفیه آب آبیاری جهت جلوگیری از رسوب مواد معلق در قطره‌چکانها
- امکان آسیب‌پذیری سیستم توسط عوامل فیزیکی و مکانیکی و همچنین توسط جوندگان
- حساسیت سیستم قطره‌چکانها در مقابل گرفتگی
- نیاز به مهارت بیشتر برای ساخت، طراحی و نصب

بررسیهای جهانی نشان می‌دهد که کشورهای محدودی آمار رسمی در رابطه با کاربرد آبیاری میکرو در کشور خود جمع‌آوری نموده‌اند و بالاخص در رابطه با عملکرد سیستم و ارتباط آن با انواع محصولات تحت آبیاری این اطلاعات محدود است. تجهیزات آبیاری میکرو شامل سه گروه قطره‌چکانهای منفرد Emitters & Dripper (انواع قطره‌چکان نقطه‌ای Single outlet - point source)، نوار قطره‌چکان (قطره‌چکانهای خطی Driptape, Line source emitters) و میکرو افشانها (Micro Sprinkler) می‌باشد.

**مساحت تحت پوشش آبیاری میکرو**

کل سطح تحت آبیاری میکرو جهان در سال ۱۹۹۱ حدود ۱/۸ میلیون هکتار برآورد گردیده است، این رقم معرف ۶۳٪ افزایش سطح در طی ۵ سال ۹۱-۱۹۸۶ و ۳۲۹٪ افزایش طی ده ساله ۹۱-۱۹۸۱ می‌باشد. از مساحت ۱/۸ میلیون هکتار تحت پوشش آبیاری میکرو حدود ۹۷٪ به سیستم آبیاری میکروسطحی و ۳٪ به سیستم آبیاری میکرو زیر زمینی اختصاص دارد.

ایالات متحده آمریکا با سطح تحت آبیاری میکرو ۶۰۶٫۰۰۰ هکتار و افزایش معادل ۵۵٪ طی دوره ۵ ساله ۹۱-۱۹۸۶ مهمترین استفاده کننده از این سیستم و اسپانیا با سطح ۱۶۰۰۰۰ هکتار دومین کشور استفاده کننده از آبیاری میکرو با ۴۶۰٪ افزایش طی ۵ سال مذکور می‌باشد. کشورهای استرالیا، آفریقای جنوبی و

اسرائیل از این نظر در ردیف‌های بعدی قرار دارند. اگر چه سطح تحت آبیاری میکرو روند افزایشی خود را طی می‌کند معهذا این روش آبیاری هنوز تنها حدود ۰/۸ درصد سطح کل تحت آبیاری جهان را می‌پوشاند. بالاترین درصد سطح آبیاری میکرو مربوط به کشور قبرس می‌باشد که ۷۱٪ سطح تحت آبیاری آن را سیستم آبیاری میکرو تشکیل می‌دهد. بدنبال آنها اسرائیل با ۴۹٪ اردن با ۲۱٪ و آفریقای جنوبی با ۱۳٪ می‌باشد. در ایالات متحده آمریکا، اسپانیا و استرالیا که از نظر مساحت تحت آبیاری میکرو در درجات اول اهمیت هستند تنها حدود ۳ تا ۸٪ کل سطح تحت آبیاری بروش آبیاری میکرو صورت می‌گیرد.

از نظر نوع محصولات تحت آبیاری میکرو، درختان میوه با ۴۱٪ (۷۴۷۰۰۰ هکتار) بیشترین سطح پوشش را دارند که شامل انواع درختان میوه، مرکبات، انبه، زیتون و درختانی نظیر پسته و فندق و تاکستان‌ها است. سبزیجات حدود ۲۶٪ سطح تحت آبیاری میکرو را تشکیل می‌دهند. آبیاری قطره‌ای برای نیشکر نیز در هاوایی از ۵۰۰۰ هکتار به ۴۲۰۰۰ هکتار افزایش یافته است. در هندوستان نیز در حد محدودی از آبیاری میکرو برای آبیاری تکمیلی نیشکر استفاده می‌شود.

**روند عملکرد سیستم**

اغلب مصرف کنندگان آبیاری میکرو در سطح جهانی به کاربرد میکرو افشانها (Micro Sprinkler) و حباب سازها (Bubblers) در درختان میوه بجای قطره چکانهای نقطه ای (Point Source Emiter) روی آورده اند.

در عوض استفاده از قطره چکانهای نواری (Driptape) در کشت های سبزیجات و سایر محصولات ردیفی مزرع بکار گرفته شده است.

در اغلب کشورها تحقیقات در مورد انواع قطره چکانهای نقطه ای و نواری متخلخل ادامه دارد و نشریات طراحی و نصب و تعمیرات و نگهداری و برنامه های کامپیوتری برای طراحی این سیستم ها ارائه می شود.

جا دارد در کشور ما نیز در این رابطه بررسی های بیشتری انجام گیرد و نشریات مربوط به نحوه طراحی، نصب و تعمیرات و نگهداری و سیستم فیلتراسیون در استاندارد مناسب علمی و تجربی توسط موسسات اجرایی ودانشگاهی ارائه گردد و همچنین مراکزی برای کنترل فنی و هیدرولیکی نحوه عملکرد این

سیستم ها ایجاد شود.

### کاربرد مواد شیمیایی

در اغلب کشورهای پیشرو در استفاده از آبیاری میکرو، کاربرد کود از طریق سیستم آبیاری میکرو (Fertigation) در حال توسعه است. در کشورهای نظیر آمریکا، اسپانیا، استرالیا، مکزیک، آفریقای جنوبی، بیش از نصف کود مصرفی از طریق آب آبیاری در سیستم آبیاری میکرو در اختیار نبات قرار می‌گیرد.

توسعه کاربرد سایر مواد شیمیایی نظیر کلر، اسیدها و سموم (Chemigation) از طریق سیستم آبیاری میکرو نسبتاً محدود است. اسیدها و کلر تنها در کمتر از ۱۰٪ حالات برای کنترل یا بهبود مسئله گرفتگی قطره‌چکانها بکار گرفته می‌شود. کاربرد اسید در کشورهایی گزارش شده است که غلظت املاح محلول آب آبیاری بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد. در کشورهای استرالیا، قبرس، ژاپن و اسرائیل علف‌کشها، حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها نیز از طریق آب آبیاری برای باغات میوه استفاده می‌گردد.

### محدودیت‌های آبیاری میکرو

بررسیهای جهانی نشان می‌دهد مسئله گرفتگی قطره‌چکانها که بوسیله رسوب مواد معلق معدنی و آلی، ترسیب نمک یا رشد باکتریها حادث می‌گردد از مسایل عمده بهره‌برداری سیستم آبیاری میکرو قلمداد می‌شود.

معهذا این مشکل با بکارگیری میکروافشانها، حباب‌سازها (bubblers) و بکارگیری سیستم‌های بهتر تصفیه آب و کاربرد اسیدها و کلرزنی تا حد زیادی حل شده است.

طبق بررسیهای انجام شده در سطح جهان تنها در موارد معدودی سیستم آبیاری میکرو با شکست روبرو شده که عمدتاً ناشی از طراحی نامناسب، نصب نامناسب، تجهیزات با قابلیت محدود و یا عدم مهارت فنی کافی زارعین بهره‌بردار بوده است.

بررسیها نشان می‌دهد که سیستم آبیاری میکرو از نظر مصرف‌کنندگان یک روش پیچیده و پیشرفته از نظر فنی می‌باشد که موفقیت آن منوط به توجه کافی به‌همه عوامل مهم تأثیرگذار نظیر کیفیت آب (شوری، مواد معلق)، طراحی، مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات سیستم می‌باشد.

اعتقاد عمومی براین است که تنها با اعمال مدیریت سطح بالا توسط سازندگان، مهندسین و تکنیسین‌های طراح و راهبر و زارعین که با سیستم آبیاری میکرو سر و کار دارند موجبات موفقیت سیستم و نتیجتاً افزایش تولید و حفاظت و صرفه‌جویی در مصرف آب فراهم می‌گردد.

**کاربرد آب لب‌شور**

در تعدادی از کشورهای پیشرو در کاربرد آبیاری میکرو، مصرف آب با شوری بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است. در این کشورها حدود ۶۵٪ آب مصرفی در آبیاری میکرو دارای املاح بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد.

درکشورهای قبرس و اسرائیل. میزان محدودی آب دارای شوری‌تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم‌در لیتر استفاده‌میگردد.

معهذا در اغلب کشورها باور عمومی بر این است که در استفاده از آبهای با شوری بیش از ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بایستی با احتیاط عمل نموده و تحقیقات لازم در این رابطه قبل از کاربرد وسیع این تیپ آبها در سیستم آبیاری میکرو انجام گیرد.

کاربرد پساب تصفیه فاضلاب در سیستم آبیاری میکرو در بعضی کشورها نظیر آمریکا و اسرائیل درحد محدودی بکار گرفته شده است. تکنیک‌های بکار گرفته شده برای مدیریت کنترل شوری در ناحیه توسعه ریشه گیاه شامل اعمال تناوب با کشت محصولات مقاوم به شوری، اعمال آبشویی مداوم، آبشویی با بارندگی زمستانه و تنظیم تقویم آبیاری می‌باشد.

اعمال آبشویی از طریق سیستم مداوم آبیاری میکرو بر مبنای اصل حفظ رطوبت خاک در حد بالا و حرکت نمک به خارج از محدوده توسعه ریشه‌های فعال گیاه استوار می‌باشد. در شرایطی که بارندگی زمستانه یا خارج از فصل زیاد باشد، بارندگی موجب آبشویی مؤثر نمک از محدوده توسعه ریشه شده است. آبیاری با سیستم آبیاری میکرو حتی در مواردی در حین بارندگی نیز ادامه یافته است تااز آبشوئی کافی نمک اطمینان حاصل گردد.

تنظیم تقویم آبیاری نیز در مواردی درکشورهای آمریکا و قبرس و اسرائیل بعنوان روشی برای شستشوی نمک در مراحل بحرانی رشد گیاه بخصوصی در شرایط کشت نباتات حساس به شوری بکار گرفته شده است.

**راندمان آبیاری**

راندمان آبیاری مزرعه در سیستم آبیاری میکرو از ۶۰ تا ۹۵٪ گزارش شده است. راندمان پائین در شرایطی که سیستم آبیاری میکرو از نظر طراحی و مدیریت مشکلاتی داشته به دست آمده است. دستیابی به راندمان ۸۵ تا ۹۵٪ نشانه امکان نیل به راندمان‌های بالا در این سیستم می‌باشد.

**هزینه‌های سیستم**

هزینه سیستم آبیاری قطره در اغلب کشورها عموماً از ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ دلار آمریکا در هر هکتار برای درختان میوه، سبزیجات و محصولات مزرعه گزارش شده است. این دامنه وسیع هزینه شامل تجهیزات تصفیه، تجهیزات آبیاری، تجهیزات تزریق مواد شیمیائی و هزینه‌های نصب می‌باشد. در کشور هندوستان هزینه سیستم آبیاری میکرو (باستثنای سیستم پمپاژ و تأمین آب) معادل ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ دلار در هکتار گزارش شده است.

هزینه‌های بهره‌برداری سالانه سیستم آبیاری میکرو از ۱۰۰ تا ۸۰۰ دلار در هر هکتار گزارش شده است، این دامنه وسیع هزینه بهره‌برداری بعلت تفاوت و هزینه کارگر، نوع محصولات مورد آبیاری و تفاوت عمده در سیستم آبیاری میکرو مورد استفاده (نباتات مزرعه، درختان میوه و نباتات گلخانه‌ای) می‌باشد. علیرغم موقعیت خوب سیستم آبیاری میکرو در بعضی از کشورهای توسعه یافته، مسایل چندی در رابطه با مدیریت کاربرد بهینه آب و کود وجود دارد. تئوری قابلیت سیستم آبیاری میکرو در صرفه‌جویی آب و کود محرز است زیرا با این سیستم میتوان آب وکود را در محل موردنظر در زمان مناسب و بمیزان لازم در دسترس نبات قرارداد، اما رسیدن به این اهداف در سطح مزرعه بطور کلی ممکن است همیشه امکان‌پذیر نباشد زیرا در عین حال که این سیستم قابلیت حصول راندمان بالا را دارد، در مقایسه با سایر روشهای آبیاری، مسایلی نظیر طراحی نامناسب، مدیریت و بهره‌برداری ضعیف میتواند به راندمانهای پائین منجر گردد.

در بعضی موارد سیستم آبیاری قطره‌ای بدون توجه اساسی به اصولی مهندسی هیدرولیک طرح و نصب گردیده که نتیجه آن جریان غیر یکنواخت از قطره چکانهای آبیار شده است. زارع نیز برای غلبه بر نقص عدم یکنواختی پخش آب، به آبیاری بیش از حد (Over irrigation) متوسل میشود که نتیجه آن تلفات آب و کود و کاهش راندمان موردانتظار از سیستم آبیاری میکرو میباشد.

اختلاف دبی جریان در قطره چکانها در یک فشار کار معین بعلت تفاوت‌های موجود در ساخت، گرفتگی قطره چکانها، تفاوت درحرارت آب و فرسودگی قطره‌چکانها رخ میدهد.

بطورکلی یکنواختی آبیاری نه تنها به طرح هیدرولیکی سیستم بستگی دارد بلکه به تفاوت‌های ساخت و پتانسیل گرفتگی قطره چکانها. تراکم نبات، حجم توسعه ریشه، فاصله قطره چکانها و الگوی رطوبتی خاک در زیر قطره چکانها نیز ارتباط دارد.

در این رابطه لازم است که برای شرایط مختلف کشت (نباتات ردیفی و باغات) و انواع قطره چکانها در شرایط درصدهای مختلف گرفتگی و الزامات ساخت تحقیقات لازم در سطح مملکت صورت گیرد.

## ۴ـ علل عدم توسعه سیستم آبیاری میکرو

در سالهای دهه هفتاد تصور دست اندرکاران تکنولوژیهای نو آبیاری بر این بود که توسعه آبیاری میکرو با شتاب زیاد در حال انجام است. تحقیقات و آزمایشات بطور اعم رجحان این سیستم را بر سایر تحقیقات و آزمایشات بطور اعم رجحان این سیستم را بر سایر روشهای آبیاری چه از نظر تولید محصول و چه از نظر صرفه‌جویی در مصرف آب باثبات رساند. معهذا امروزه بعد از سه دهه سطح کل مزارع تحت آبیاری میکرو در جهان به رقم حدود ۱/۸ میلیون هکتار بالغ گردیده که کمتر از ۰/۸ درصد کل مساحت اراضی تحت آبیاری بانگرشی به کمبود کلی غذا، زمین مناسب و آب و هزینه روزافزون توسعه منابع آب و تأسیسات آبیاری که در حدود ۱۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ دلار در هر هکتار در سطح جهانی می‌باشد، نیاز به تفکر جدیدی در این راستا را الزامی می‌نماید.

ناکامی پروژه‌های بزرگ آبیاری در نیل به اهداف موردنظر و این حقیقت که حدود دو سوم مساحت تحت آبیاری جهان نیاز به بهسازی و نوسازی دارد و حتی حدود ۶۰ میلیون هکتار از اراضی تحت آبیاری بعلت مسایل شوری و زه‌دارشدن در خطر غیرقابل استفاده شدن می‌باشند و بالاخره مسایل مترتب بر سیستم کانالهای روباز انتقال و توزیع آب، لزوم یافتن راه‌حلهایی برای مسایل فوق را ایجاب می‌نماید.

ظاهراً سیستم‌های آبیاری تحت فشار و بخصوص سیستم آبیاری میکرو میتواند پاسخی به عمده سئوالات مذکور باشد معهذا سئوال مطروحه اینست که چرا تکنولوژی آبیاری میکرو به اهداف لازم نرسیده و در این رابطه چه اقدامی باید انجام گیرد؟. دلایل مختلفی گسترش این تکنولوژیها را بخصوص در کشورهای

درحال توسعه محدود می‌سازد که از جمله می‌توان به فقدان تأسیسات زیربنایی مناسب در شبکه‌های موجود برای توسعه آبیاری مدرن، عدم توجه به آبیاری در سطح مزرعه (on Farm Irrigation)، عدم امکان تأمین اعتبارات مالی و سوبسید کافی برای کشاورزان جهت کاربرد تکنولوژی جدید آبیاری، عدم توجه کافی به راندمان آبیاری و بالاخره عدم شناخت کافی از تکنولوژی آبیاری میکرو اشاره نمود. شاید زمان آن رسیده است که سازمان‌های مختلف اعتباری و سرمایه‌گذاری در بخش آبیاری کشاورزی خط مشی خود را در جهت حمایت بیشتر از سیستم‌های آبیاری تحت فشار و بالاخص توسعه آبیاری میکرو معمول دارند.

همچنین ضروری است که سازمانهای مسئول سیاستگذاری و برنامه‌ریزی طراحی شبکه‌های جدید آبیاری و نوسازی و بهسازی سیستم‌های آبیاری قدیمی را بنحوی اتخاذ نمایند تا این طرح‌ها برای کاربرد روشهای پیشرفته و مدرن آبیاری منطبق و یا حداقل هماهنگ باشد.

بنابراین استراتژی توسعه آتی بایستی بر بکارگیری تکنولوژیهای مدرن جهت کاربرد مؤثر آب آبیاری در سیستمی «با مصرف حجم کم آب، فشار پائین، فواصل زمانی محدود آبیاری و با امکان مرطوب نمودن بخشی از پروفیل خاک که تنها نیازهای تبخیر ـ تعرق گیاهان زراعی را تأمین نماید» متکی باشد.

دلایل عمده‌ای راکه در رابطه با عدم گسترش مطلوب سیستم آبیاری میکرو می‌توان برشمرد عبارتند از:

ـ اثرات پروژه‌های بزرگ ذخیره و انتقال آب در فقدان تأسیسات زیربنایی مناسب برای انجام آبیاری مدرن

ـ عدم توجه به آبیاری در سطح مزرعه "On Farm Irrigation"

ـ عدم تکافوی اعتبارات مالی و سوبسید تخصیص یافته برای توسعه آبیاری مدرن

ـ عدم توجه لازم به راندمان آبیاری

ـ عدم شناخت کافی سازمانها، مؤسسات و دست اندرکاران فنی آبیاری از سیستم آبیاری میکرو بعنوان یک تکنولوژی عملی و قابل کاربرد در شرایط مختلف

ـ عدم رعایت استانداردها و کنترل کیفیت سیستم آبیاری میکرو

**اثرات پروژه‌های بزرگ ذخیره و انتقال آب**

تمایل عمومی سازمانها و برنامه‌ریزان دست اندرکار در تداوم احداث پروژه‌های بزرگ ذخیره‌سازی و انتقال و توزیع آب با سیستم کانالهای روباز به‌تصور انتخاب کم هزینه‌ترین راه‌حل برای توسعه سیستم‌های آبیاری، پائین نگهداشتن هزینه تعمیرات و نگهداری و کاهش نیاز به انرژی می‌باشد.

اگر چه ظاهراً این باورها تا حدی صحیح است، اما در عمل در دهه‌های اخیر در ممالک مختلف سهم نسبتاً زیادی از اعتبار اجرایی آبیاری برای اصلاح و بهسازی سیستم‌های ساخته شده قبلی به روش فوق مصرف شده است. در حقیقت بسیاری از کشورها درگیر سیکل پرهزینه «ساخت ـ آسیب‌دیدگی سیستم ـ بهسازی و نوسازی ـ آسیب‌دیدگی سیستم،...» تأسیسات آبیاری خود می‌باشند.

لذا تمایل شدیدی به گریز از این سیکل نامطلوب از طریق ارزیابی صحیح اجرای پروژه‌ها، توجه بیشتر به بهره‌برداری و نگهداری از سیستم آبیاری و کمک‌های فنی به کشاورزان برای بهبود مدیریت آبیاری و مشارکت آنها در بهره‌برداری می‌باشند. در این راستا سوق دادن پروژه‌های توسعه آبیاری در جهت استفاده از سیستم‌های تحت فشار در امر انتقال و توزیع بخصوص در سطح مزرعه بایستی مورد توجه قرار گیرد و این باور کهنه که سیستم‌های با تکنولوژی پائین مناسب کشورهای در حال توسعه و سیستم‌های با تکنولوژی بالا مخصوص کشورهای توسعه یافته می‌باشد به دست فراموشی سپرده شود.

**عدم توجه به آبیاری مزرعه: "on Farm Irrigation"**

این باور قدیمی که «زارع بهتر از هر کس خود می‌داند چگونه مزرعه‌اش را آبیاری کند!» بایستی تغییر نماید. وقتی زارع با عدم دانش آبیاری روبرو باشد عموماً ترجیح می‌دهد که بجای میزان آب کمتر، آب بیشتری به مزرعه خود بدهد. این امر ناشی از باور غلط «هر چه آب بیشتر، بحال گیاه بهتر» می‌باشد.

اثرات مستقیم و غیر مستقیم اتلاف آب عبارتند از اسراف آب در یک ناحیه همزمان با کمبود آب در ناحیه دیگر، عدم امکان مصرف آب محدود در سطح بیشتری از اراضی و در نتیجه بروز کاهش تولید خسارت به تولید محصول در اثر آبیاری کنترل نشده و بالاخره اینکه اعمال آب اضافی به خاک همانند کاهش آب موجب نقصان تولید می‌گردد. تلفات آب آبیاری موجب شوری خاک (بخصوص در نواحی گرم و خشک با میزان تبخیر شدید) که متأثر از بالا آمدن آب زیرزمینی و زه‌دار شدن اراضی است می‌گردد. بروز مشکل

شوری نیاز بعدی به تلفات نفوذ عمیق (Deep percolation) ناخواسته در خاک جهت اصلاح و بهسازی و حفظ شوری خاک در حد مطلوب را به سیستم آبیاری تحمیل می‌نماید. شستشوی ذرات خاک و مواد مغذی آن موجب کاهش باردهی خاک و کاهش نفوذپذیری می‌گردد و نیاز به توجه بیشتر به رژیم زهکشی خاک را در شرایط تلفات غیرمعقول الزامی می‌نماید.

بدیهی است بسیاری از این مسایل را می‌توان با بکارگیری سیستم آبیاری تحت فشار و تکنولوژی آبیاری میکرو در مزرعه برطرف نمود.

در شرایط فعلی که نسل جدید زارعین عموماً با سواد و آشنا به مسایل عمومی کشاورزی هستند اغلب آماده‌اند که زمین خود را بصورت پیشرفته کشت و کار نمایند و نیروی انسانی و اعتبار مالی لازم را بخدمت بگیرند و در شرایط عدم وجود ریسک‌هایی نظیر تأمین آب کافی و بموقع در فصل رشد گیاهان و حمایت لازم از تولیدات کشاورزی امکان واگذاری بخشی از مسئولیت‌های توزیع آب، بازاریابی و غیره را از بخش دولتی به آنها ممکن می‌سازد. این اعتقاد که امکان آموزش زارعین سنتی برای بکارگیری روشهای مدرن آبیاری غیرممکن است، باید فراموش گردد. موارد زیادی در کشور ما ایران وجود دارد که زارعین سنتی سیستم پیشرفته آبیاری را برای باغات و محصولات خود با موفقیت بکار گرفته‌اند. بسیاری از زارعین سنتی که سیستم آبیاری تحت فشار را انتخاب نموده‌اند خود می‌توانند مشوق این روش آبیاری باشند و به سایرین نیز نشان دهند که انجام آبیاری صحیح با بازکردن یا بستن تعدادی شیر کنترل چگونه از کاربرد انهار روباز و آبیاری غرقابی بدون کنترل آسانتر و مطمئن‌تر است.

سازمانهای ترویج و مراکز خدمات روستایی بایستی اولویت‌های خود را در ارائه و ترویج روشهای آبیاری پیشرفته منظور دارند. در این راستا می‌توان با اجرای قطعات نمونه آبیاری تحت فشار در مزارع و باغات که از هر بابت متناسب با شرایط محل طرح و اجرا گردد (بخصوص نواحی با محدودیت آب یا آبهای لب شور) عملاً زارعین را در جریان عملکرد مناسب این سیستم‌ها چه از نظر کاهش مصرف آب و چه از نظر افزایش تولید محصول قرار داده و آنها را تشویق به کاربرد این سیستم‌ها نمود.

**عدم تکافوی اعتبارات مالی**

سرمایه‌گذاری اولیه برای تبدیل آبیاری سنتی به آبیاری مدرن در قالب برنامه‌ای مدون بایستی با حمایت مالی (اعطای وام و سوبسید کافی) دولت و بخش عمومی صورت گیرد. این سرمایه‌گذاریها در حقیقت نقش یک هسته برای رویش نهالی بارور را دارد.

افزایش درآمد ناشی از اجرای طرحهای آبیاری مدرن در بخشی از قطعات اراضی یک زارع موجب تشویق او به سرمایه‌گذاری برای توسعه این سیستم در مابقی اراضی می‌گردد. بدیهی است زارع سنتی ریسک مصرف منابع مالی محدود خود برای احداث سیستم مدرن آبیاری را در ابتدا بعلت عدم شناخت کافی از این سیستم نمی‌پذیرد، لذا وظیفه سازمانهای مسئول است که در مراحل اول توسعه این سیستم این ریسک را بپذیرند، در حالیکه عملاً در شرایط متعارف در این رابطه ریسکی برای دولت وجود ندارد. بدیهی است در هر وحله برای معرفی روشهای جدید آبیاری نبایستی اقدام به آزمایش سیستم‌هایی در مزارع زارعین نمود که موفقیت آن ممکن است توام با ریسک باشد، بلکه سیستم‌هایی برای توسعه انتخاب شوند که عملاً در نواحی مشابه دارای سابقه موفقیت بوده است.

**عدم توجه به راندمان آبیاری**

کشاورزی مصرف‌کننده متوسط ۸۰٪ آبهای شیرین در دسترس جهان می‌باشد. متوسط جهانی راندمان آبیاری حدود ۳۷٪ (Gitlinge, 1985) و متوسط آن در کشور ما کمتر از ۳۰٪ برآورد می‌گردد.

افزایش راندمان آبیاری در حد ۱۰٪ عموماً می‌تواند عمده نیازهای سایر بخش‌های مصرف‌کننده آب (صنعت و شرب) را بخصوص در کشورهای در حال توسعه تأمین نماید.

مشکل اصلی راندمان آبیاری در سطح مزرعه می‌باشد زیرا عموماً در شبکه‌های دارای کانالهای پوشش شده راندمان انتقال و توزیع حدود ۷۵ - ۸۵٪ می‌باشد ولی راندمان آبیاری مزرعه عموماً از حد ۴۰ تا ۴۵٪ تجاوز نمی‌نماید.

بهبود راندمان آبیاری می‌تواند موجب افزایش سطح زیرکشت، افزایش تولید و در نتیجه تأمین غذای داخلی و حتی امکان صدور تولید را میسر سازد. معهذا بهبود راندمان زمانی تحقق می‌یابد که آب بعنوان یک کالا قیمت واقعی خود را پیدا کند و زارعین مجبور به مصرف آب با راندمان بالا گردند.

بدیهی است حصول به راندمان آبیاری مطلوب نه تنها به همت و خواست مصرف‌کنندگان وابسته است، بلکه برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران نیز که مؤظف به تأمین وسایل و تجهیزات و آموزش و ترویج برای تغییر سیستم آبیاری توسط زارعین می‌باشند، در این راستا وظیفه مهمی بعهده دارند.

حصول به راندمان بهینه آبیاری در هر شرایط از طریق بالابردن راندمان در سیستم انتقال و توزیع آب تا مزارع، کاربرد روشهای آبیاری تحت فشار و بخصوص روشهای آبیاری میکرو در سطح مزارع، افزایش نرخ آب بهاء و معرفی و ترویج تکنولوژیهای پیشرفته در زمینه کشت آبی میسر می‌باشد.

شاید زمان آن رسیده باشد که برنامه‌ریزان و متولیان آب و آبیاری مملکت پا به پای سرمایه‌گذاریهای عظیم در توسعه پروژه‌های ذخیره و انتقال آب جدید، به مسئله بالا بردن راندمان آبیاری در سیستم‌های تحت بهره‌برداری و انتقال آب صرفه‌جویی شده از این طریق برای اراضی جدید که اغلب نیز در مجاورت یا بالادست اراضی تحت آبیاری موجود می‌باشند توجه نمایند.

**عدم شناخت کافی از تکنولوژی آبیاری میکرو**

کشاورزان پیشرو در سطح جهان با استفاده از امکانات تجربی و آموزش‌های موجود دریافته‌اند که به کمک سیستم آبیاری میکرو می‌توانند در مصرف آب صرفه‌جوئی نموده و تولید بیشتر با کیفیت خوب بدست آورند که امکان دسترسی به این تولید در سایر روشهای آبیاری میسر نمی‌باشد. عمده سرمایه‌گذاری در سیستم آبیاری میکرو نیز بوسیله این گروه کشاورزان انجام گرفته که بعضاً نیز بدون استفاده از کمک سازمانهای اعتباردهنده بوده است. در شرایط فعلی شناخت کافی از عملکرد سیستم آبیاری میکرو، محدودیت‌های بالقوه و بالفعل و امکانات کاربرد آن در شرایط خاص (اراضی نامرغوب، آب لب‌شور، اراضی با توپوگرافی نامناسب و...) نه تنها نزد کشاورزان ایرانی وجود ندارد بلکه حتی در نزد مهندسین و برنامه‌ریزان آبیاری نیز بعلت عدم دسترسی به وضعیت و عملکرد سیستم‌های آبیاری میکرو بکار گرفته شده در سطح مملکت و فقدان نشریات و تحقیقات علمی که نشاندهنده چگونگی کاربرد و مقایسه عملکرد این سیستم با سایر روشهای آبیاری باشد، شناخت کافی از عملکرد و امکانات کاربرد این سیستم وجود ندارد. هنوز باور گروهی براینست که سیستم آبیاری میکرو در نواحی گرم و خشک قابل کاربرد نیست و یا امکان آموزش زارعین سنتی برای کاربرد این سیستم مهیا نمی‌باشد.

دلایل کافی وجود دارد که آبیاری قطره‌ای در شرایط حاد (آب، خاک، محیط) بمراتب از روشهای آبیاری سطحی (Surface/ Flow Irrigation) بهتر می تواند جوابگوی تولید محصول باشد.

عموماً اظهار می‌شود که روشهای پیشرفته آبیاری برای استفاده زارعین سنتی بسیار پیچیده است و بنابراین تلاش کافی در جهت کاربرد سیستم‌های تحت فشار صورت نمی‌گیرد و کماکان روشهای سنتی آبیاری در طرحهای موجود و جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

البته ناگفته نماند که پیچیدگی در طراحی و ساخت تجهیزات سیستم‌های آبیاری تحت فشار وجود دارد ولی کفایت سیستم‌های کنترل و قطع و وصل جریان می‌تواند سهولت راه‌اندازی و بهره‌برداری از آنها را با آموزش مناسب فراهم می‌سازد.

این رسالت بردوش پیشگامان تکنولوژی آبیاری تحت فشار بطور اعم و آبیاری میکرو بطور اخص می‌باشد تا با معرفی و شناساندن این سیستم‌ها و عملکرد آنها در شرایط مختلف راه را برای توسعه بیشتر آن در سطح مملکت فراهم آورند.

در حال حاضر آبیاری میکرو در سطح جهانی بخصوص در مناطقی که با محدودیت‌های خاک (نوع، کیفیت و پستی و بلندی)، محدودیت‌های آب و هزینه انرژی و کارگر روبرو هستند جای خود را پیدا کرده است. حتی در مواردی نیز در مقیاس وسیع در زراعت‌های با مصرف آب زیاد نظیر کاربرد آن در آبیاری نیشکر در هاوایی در مساحت چندین ده‌هزار هکتار، به مورد اجرا گذاشته شده است، یا در هندوستان در مقیاس محدود برای کشت نیشکر مورد بررسی می‌باشد.

خوشبختانه در سنوات اخیر مسئولین وزارت نیرو به لزوم کاربرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار برای توزیع آب آبیاری توجه کافی مبذول داشته و انجام بررسیهای فنی و اقتصادی ـ اجتماعی سیستم‌های تحت فشار را در شبکه‌های آبیاری جدید تحت مطالعه الزامی نموده‌اند.

همچنین مسئولین برنامه‌ریزی آب و خاک وزارت کشاورزی نیز که بار سنگین مسئولیت توسعه و ترویج آبیاری مدرن در سطح مزارع را عهده‌دار می‌باشند برنامه‌های آموزش و ترویج و کمک فنی و اعطای اعتبار و سوبسید مالی به کشاورزان جهت توسعه سیتم‌های آبیاری مکانیزه و میکرو را پی‌گیری می‌نمایند.

معهذا این اقدامات گام‌های اولیه در راه توسعه این سیستم‌ها می‌باشد و لزوم فراهم آوردن امکانات اجرایی، آموزشی و تحقیقاتی بیشتر در جهت پیشرفت تکنولوژی‌های نو آبیاری بمنظور صرفه‌جویی آب و

افزایش تولید را ایجاب می‌نماید.

توجه به سیستم آبیاری مزرعه "On farm Irrigation" که کلید افزایش راندمان و صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری می‌باشد از نکات مهمی است که برنامه‌ریزهای توسعه تکنولوژی آبیاری بایستی در راستای تأمین این هدف صورت گیرد. عدم موفقیت در افزایش راندمان آبیاری مزرعه در سطح مملکتی موجب گردیده که متوسط راندمان کلی مصرف آب آبیاری در کشور ما از ۳۰٪ پائین‌تر باشد.

**رعایت استاندارد و کنترل کیفیت**

در بخش تکنولوژی آبیاری نسبت به سایر بخش‌های صنعت آب به اهمیت استاندارد مصالح و مواد و کنترل کیفیت، براساس استانداردهای بین‌المللی، توجه کمتری مبذول گردیده است. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران با هماهنگی طرح استاندارد مهندسی آب کشور در راستای اهداف خود مبنی بر توسعه تکنولوژی آبیاری در سطح ملی می‌تواند اقدامات لازم را برای آگاهی دست اندرکاران آبیاری و کشاورزی به استانداردهای متداول کنترل کیفیت تجهیزات آبیاری بعمل آورد. استانداردهای ISO می‌تواند مبنای مناسبی برای کنترل کیفیت ساخت و نصب تجهیزات آبیاری باشد.

توجه ویژه به کنترل کیفیت ساخت و نصب تجهیزات آبیاری موجب تضمین دوام عمر، کیفیت کار و یکنواختی پخش آب در سطح مزرعه خواهد شد و صرفه‌جویی در مصرف آب، بالابردن راندمان تولید و حفظ سرمایه را ضمانت می‌کند. کیفیت سیستم‌های آبیاری مانند سیستم‌آب شهری بایستی ارتقاء یابد. کنترل سیستم‌های آبیاری بایستی در قالب چهار فاکتور اصلی برنامه‌ریزی و طراحی اجزاء سیستم، نصب و بهره‌برداری و نگهداری استوار گردد. این فرایند ایجاد یک سیستم کنترل کیفیت را طلب می‌کند. تفاوتی که در زنجیره کنترل سیستم آبیاری نسبت به آب شهری وجود دارد اینست که عملیات بهره‌برداری و نگهداری آبیاری در اغلب موارد ضعیف‌ترین حلقه این زنجیره می‌باشد زیرا افرادی که این عملیات را عهده‌دار می‌باشد در مقایسه با بهره‌برداران آب شهری که عموماً دانش آموخته و دارای تجربه فنی هستند از مهارت و دانش کمتری برخوردارند.

در شکل ۱ بطور شماتیک ارتباط بین تحقیق و توسعه تکنولوژی از یک طرف و سازنده و مصرف‌کننده از طرف دیگر را از نظر کنترل کیفیت نشان می‌دهد در این شکل یک فعالیت وجود دارد که جزء مجموعه کنترل

کیفیت نمی‌باشد و آن پی‌گیری عملکرد سیستم‌های آبیاری در سطح مزرعه می‌باشد. ذکر این نکته مهم است که یک کارخانه سازنده عموماً نتایج رفتار سیتم‌های آبیاری در مزرعه را هم اگر جمع‌آوری نماید کاملاً در اختیار مصرف‌کنندگان و محققان قرار نمی‌دهد و لذا منطقی است که بررسی و پی‌گیری عملکرد سیستم‌های آبیاری در مزرعه توسط سازمان‌های تحقیقاتی مستقل صورت گیرد تا نتایج آن بتواند صادقانه در اختیار برنامه‌ریزان، طراحان و مصرف‌کنندگان قرار گیرد.

بررسی‌های عملکرد سیستم آبیاری در مزرعه علاوه برآنکه می‌تواند در بهبود کیفیت ساخت تجهیزات مؤثر باشد می‌تواند در بهبود روش آبیاری نیز مفید قرار گیرد.

بررسی‌های عملکرد سیستم‌آبیاری در مزرعه علاوه بر آنکه می‌تواند در بهبود کیفیت ساخت تجهیزات مؤثر باشد. می‌تواند در بهبود روش آبیاری نیز مفید باشد.

جدول شماره ۲ مثالهایی از استاندارد ISO در مورد تجهیزات آبیاری میکرو و مشکلات و محدودیت‌هایی که در اثر عدم رعایت این استانداردها حاصل می‌شود را نشان می‌دهد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

ـ بطور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که علیرغم مزایای زیاد سیستم‌های آبیاری میکرو، کمک‌های بلاعوض و امکانات اعتباری برای توسعه این سیستم، گسترش آن در اغلب کشورها و از جمله کشور ما محدود بوده است و زارعین بکندی از این سیتم استقبال نموده و عمدتاً از آن برای آبیاری سبزیجات و باغات استفاده نموده‌اند.

ـ در شرایط فعلی سیستم آبیاری میکرو یک سیستم با هزینه سرمایه‌گذاری اولیه زیاد می‌باشد و تنها در مواردی که میزان آب در دسترس محدود یا گران بوده و یا نباتات با ارزش زیاد کشت می‌گردد بکار گرفته می‌شود. نیاز به توسعه تکنولوژی ساخت تجهیزات این سیستم در داخل کشور با استفاده از مواد خام پلاستیکی که هم‌اکنون در کشور ما در کارخانجات پتروشیمی تولید می‌گردد، می‌تواند در کاهش هزینه‌های این سیستم نقش اساسی داشته باشد.

ـ نیاز به انجام تحقیقات در سطح دانشگاهها و سایر مرکز تحقیقات دولتی و خصوصی برای طرح و ساخت سیستم‌های ساده که نصب آنها نیز بسهولت امکان‌پذیر باشد ضروری است، دراین رابطه می‌توان از

نتایج تحقیقات کشورهای جهان سوم نظیر چین و هندوستان) که طراحی و ساخت و نصب سیستم‌های با هزینه محدود را برنامه‌ریزی نموده‌اند استفاده نمود.

ـ امکانات ساخت تجهیزات سیستم آبیاری میکرو در کارخانجات با مقیاس کوچک (با انجام تحقیقات لازم) در راستای کاهش هزینه‌های ساخت بایستی مدنظر قرار گیرد.

ـ مؤثرترین راه توسعه آبیاری میکرو اجرای این سیستم در مزارع نمونه نواحی مختلف از طریق زارعین موفق و علاقمند می‌باشد که نتایج مطلوب آن بتواند موجب تشویق سایر زارعین در کاربرد این سیستم باشد. در رابطه با نحوه واگذاری سوبسید سرمایه‌گذاری و میزان آن نیز در شرایط مختلف مملکتی بایستی توجه خاص مبذول گردد.

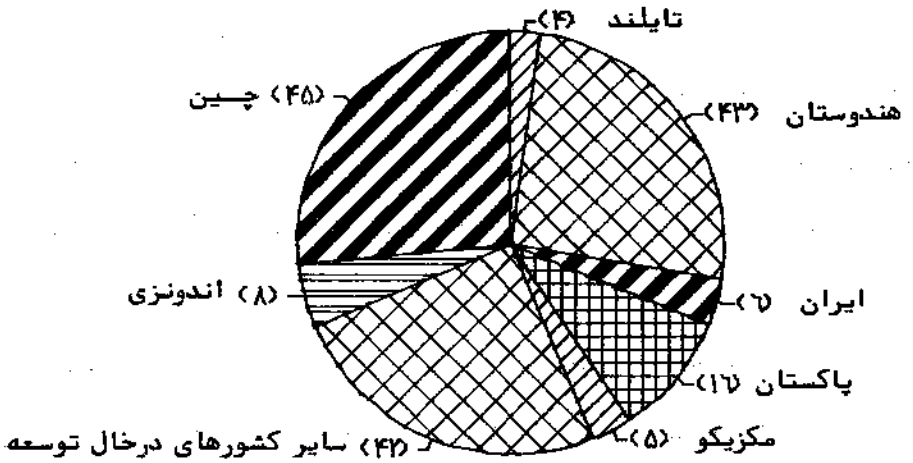
ـ نیاز به تحقیقات و بررسیهای لازم برای بررسی امکانات و محدودیت‌های کاربرد وسیع آبیاری میکرو در سطح مزارع شبکه‌های آبیاری مدرن ساخته شده فعلی در سطح مملکت و بررسی اجرای نمونه آن در مزارع شبکه‌های آبیاری در دست ساختمان و بهره‌برداری، از ضروریات توسعه این تکنولوژی آبیاری می‌باشد.

ـ حمایت و توجه تولیدکنندگان تجهیزات سیستم آبیاری میکرو در راستای کمک به آموزش زارعین و تعمیرات و نگهداری این سیستم بخصوص در مورد تمیزکردن فیلترها و کاربرد کود و مواد شیمیایی از اهمیت ویژه برخوردار است.

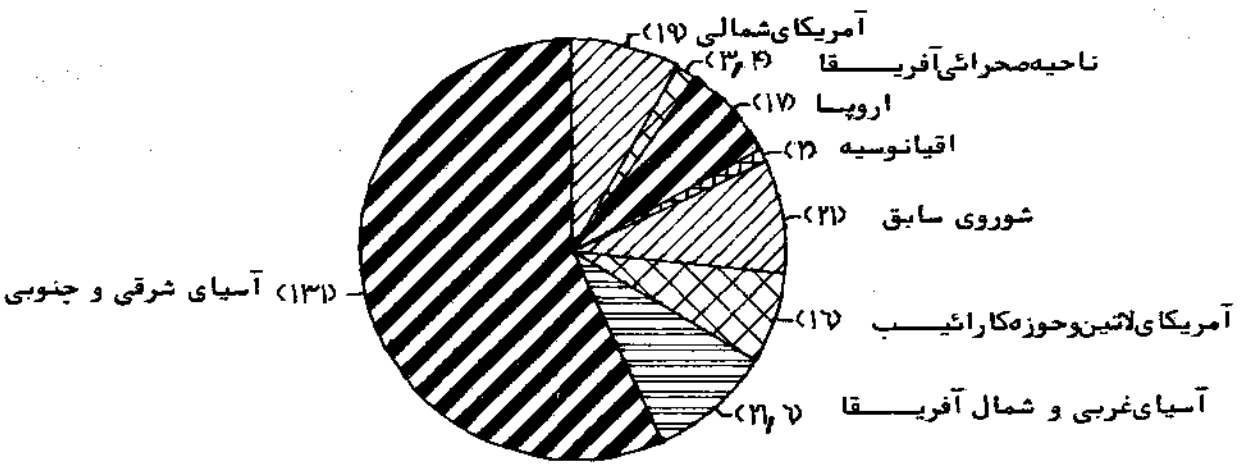
ـ ساخت وسایل و تجهیزات آبیاری میکرو بایستی استاندارد گردیده و تحت نظارت سازمانهای مسئول دولتی قرار گیرد و تلاش درجهت کاهش هزینه‌های ساخت تجهیزات افزایش یابد.

ـ نیاز به یک بررسی دقیق آماری جهت شناسایی انواع سیستم‌های آبیاری میکرو تحت بهره‌برداری در سطح کشور و همچنین ارزیابی عملکرد آنها در مزرعه ضروری می‌باشد. براساس نتایج این بررسی بایستی برنامه‌ریزی دقیق جهت توسعه ساخت، اجرا و بهره‌وری از این سیستم انجام گیرد.

نمودار شماره ۱ـ توزیع اراضی کشت آبی در کشورهای در حال توسعه (میلیون هکتار) ـ ۱۹۸۹

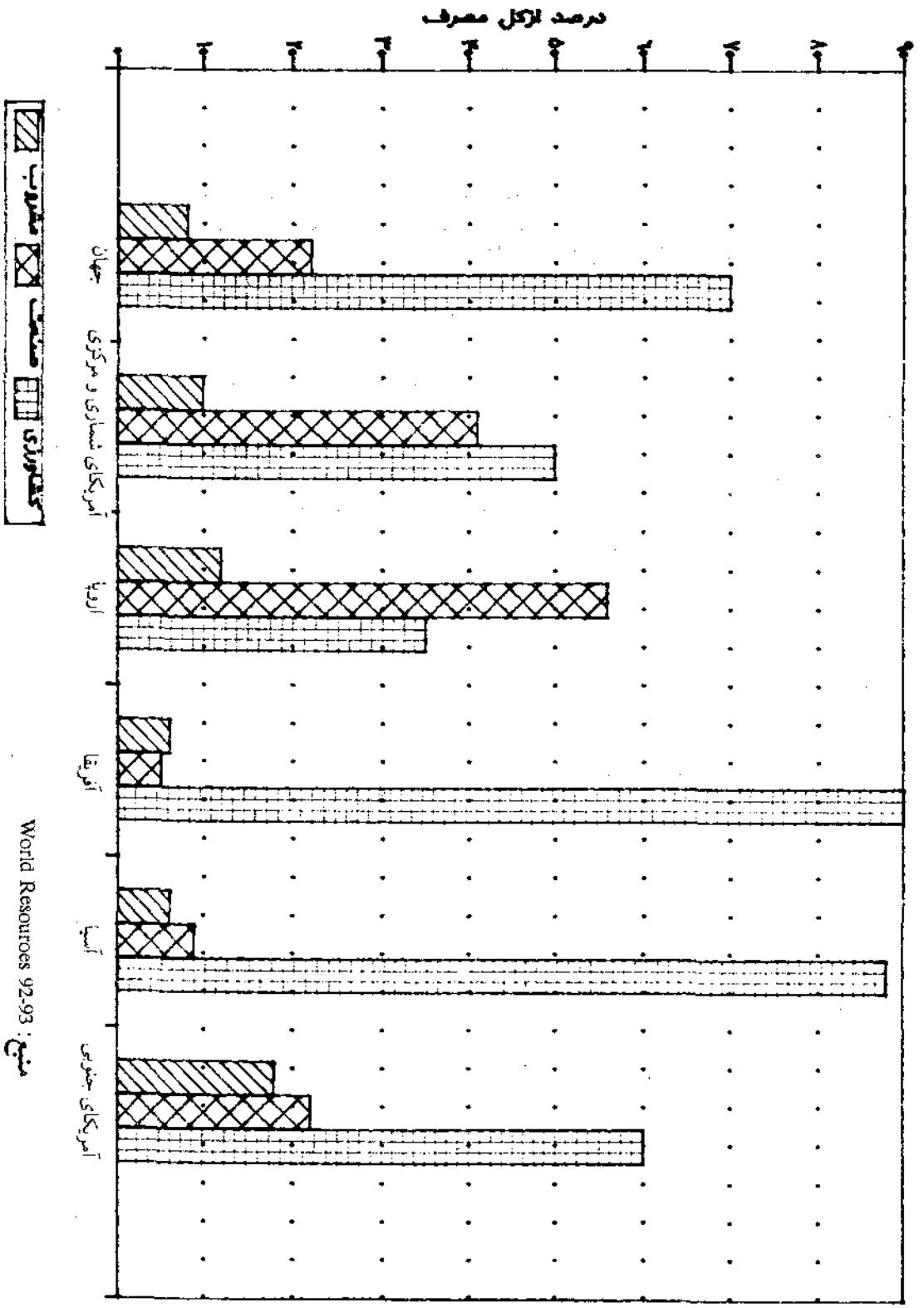



توزیع اراضی تحت آبیاری در نواحی مختلف جهان (میلیون هکتار) ـ ۱۹۸۹



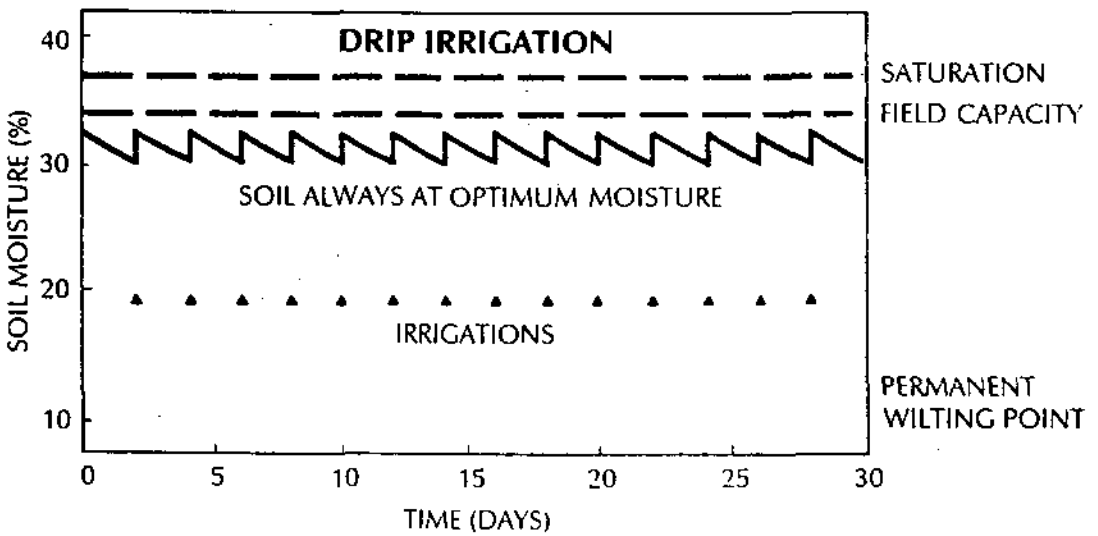

منبع: FAO Production Yearbook 1990

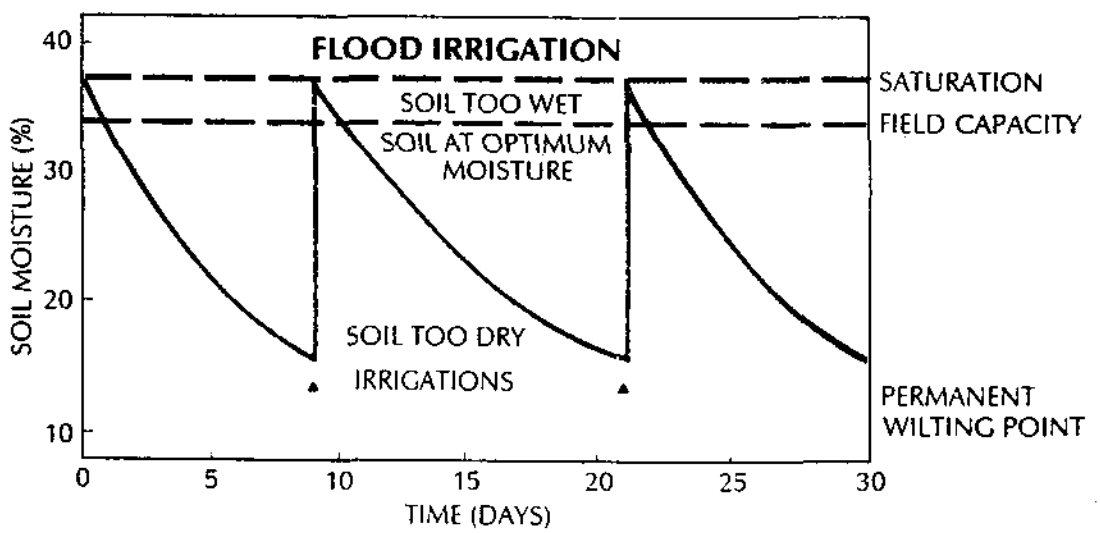
نمودار شماره ۲ـ توزیع ناحیه‌ای مصرف آب جهانی



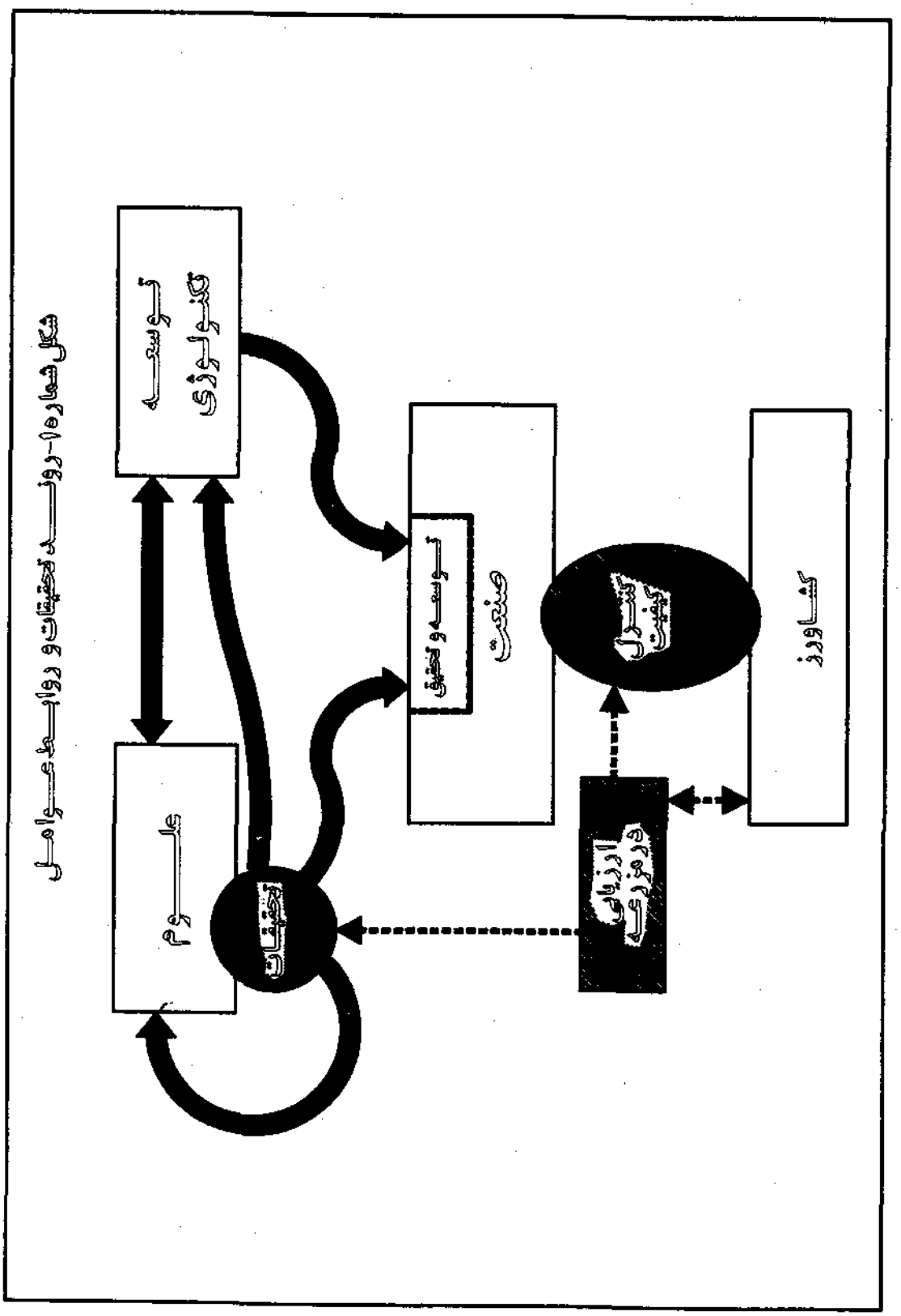

منبع: World Resources 92-93

نمودار شماره ۳ ـ الگوی تغییر رطوبت خاک در طول دوره آبیاری برای دو سیستم آبیاری میکرو و آبیاری سطحی



شکل شماره ۱ـروند تحقیقات و روابط عومل



جدول شماره ۱ ـ روند توسعه مساحت تحت پوشش آبیاری میکرو در سطح جهان در ده سال اخیر

| کشور | 1981(ha) | 1986(ha) | 1991(ha) | درصد نسبت به کل سطح آبیاری (۱۹۹۱) |
|---|---|---|---|---|
| آمریکا | 185,300 | 392,000 | 606,000 | 3,0 |
| اسپانیا | — | 112,500 | 160,000 | 4,8 |
| استرالیا | 20,050 | 58,758 | 147,011 | 7,8 |
| آفریقای جنوبی | 44,000 | 102,500 | 144,000 | 12,7 |
| اسرائیل | 81,700 | 126,810 | 104,302 | 48,7 |
| ایتالیا | 10,300 | 21,700 | 78,600 | 4,7 |
| مصر | — | 68,450 | 68,450 | 2,6 |
| مکزیک | 2,000 | 12,684 | 60,000 | 1,2 |
| ژاپن | — | 1,400 | 57,098 | 1,8 |
| هندوستان | 20 | — | 55,000 | 0,1 |
| فرانسه | 22,000 | 50,953 | 50,953 | 4,8 |
| تایلند | — | 3,660 | 41,150 | 1,0 |
| کلمبیا | — | — | 29,500 | 5,7 |
| قبرس | 6,600 | 10,000 | 25,000 | 71,4 |
| پرتغال | — | 23,565 | 23,565 | 3,6 |
| برزیل | 2,000 | 20,150 | 20,150 | 0,7 |
| چین | 8,040 | 10,000 | 19,000 | 0,1 |
| اردن | 1,020 | 12,000 | 12,000 | 21,1 |
| تایوان | — | 10,005 | 10,005 | 2,4 |
| مراکش | 3,600 | 5,825 | 9,766 | 0,8 |
| سایرکشورها | 26,440 | 38,921 | 46,837 | — |
| جهان | 412,760 | 1,082,631 | 1,768,987 | 0,8 |

جدول شماره ۲ ـ استانداردهای ISO در مورد تجهیزات آبیاری

| Component | ISO standard or document | Principal requirements of standard | Consequences of failure to meet requirements of standard |
|---|---|---|---|
| On-off valve manual* | ISO 9911<br>ISO 9635 | Watertightness<br>Operation<br>Corrosion resistance<br>Ultra violet radiation | Waste of water if valve fails to shut off.<br>Corrosion or UV radiation shortens life of components** |
| Volumetric valve | ISO 7714 | Watertightness<br>Compliance of volume delivered up to shutoff | Waste of water if it fails to shut off<br>Inaccuracy of shutoff results in failure to deliver preset quantity. |
| | | Accuracy of dosage & accuracy of measure-ment | May also affect water distribution *in other fields due* to excessive flows |
| Hydraulically operated valve | ISO 9635 | Valve opening and closing<br>Watertightness | Inaccurate opening and closing acc. to set command will disrupt entire system operation |
| Fertilizer pump/fertilizer | ISO/TC 23/<br>SC 18 N 288<br>N 289 | Resistance to pressure<br>Accurate fertilizer dosage | Inadequate or excess dosage may cause yield loss or damage to crop.<br>Complete failure to operate. |
| Filters | ISO 9912.1 - Manual;<br>ISO 9912.2 Automatic flush | Body strength<br>Tightness of filter element | Clogging of nozzles, sprayers or emitters with resultant poor water distribution.<br>Failure to flush/ close automatically leads to clogging or waste of water. |
| *Plastics* Piping | ISO 4422<br>ISO 4427<br>ISO 8778<br>ISO 9625 | Resistance to pressure<br>Watertightness | Short lifetime<br>Waste of water due to bursts or perforations |
| Pressure regulators* | ISO 10522 | Regulation capacity<br>Watertightness | Excess or inaccur-ate pressure causes waste of water and irregular distribution |
| Emitters*<br>Emitting units<br>Pressure compensated & non-compensated | ISO 9260<br>ISO 9261 | Flow rate uniformity<br>Pressure compensation uniformity<br>Performance character-istics | Poor water distribu-tion uniformity and yield losses |
| Sprinklers* | ISO 7749.1<br>ISO 7749.2 | Distribution uniformity<br>Flow rate uniformity<br>Performance characteristics | Poor water distribu-tion and yield losses<br>Waterlogging; runoff |
| Sprayers-pressure* compensated & non-compensated* | ISO 8026 | Distribution uniformity<br>Flow rate uniformity<br>Performance charac-teristics | Poor water distribution and yield losses |

# منابع و مأخذ


1- Food & Agricalture organization of the United Nation, 1992, The use of saline waters for crop production, FAO, irrigation & Drainage paper NO.48

2- Bos, M.G and Nugetern, J. 1990. "on Irrigation Efficienies, International Institute for Land Reclamation & Improvement, ILRI Publication No, 19

3- John Hennessy, 1993, Water Management in the Next Century, ICID 15th congress on Irrigation & Drainage, Hauge the Netherland.

4- United Nations Conference on Environmental & Developement (UNCED). 1992, Agenda21, Chapter 18, protection of the quality & supply of fresh water resources.

5- I. pai Wu, ICID, 15th congress, Hague the Netherland, 1993, Design Consideration of drip irrigation systems.

6- I- Silberstein, ICID 15th Congress on Irrigation & Drainage, Hague the Netherland, 1993, The quality of irrigation equipment as an important factor in irrigation planning and design.

7- Food & Agricalture organization of the United Nation 1972, Trickle Irrigation, Irrigation & Drainage paper N.14.

8- International Commision on Irrigation and Drainage (ICID), Micro Irrigation workshop, 1993, 15th congress, Hague the Netherland.

9- Duccan sugar Institute, pune, India, 1988, Techno-economic feasibility study of drip irrigation with special reference to sugarcane.

10- M.E. Jensen, 1980, Design and operation of farm irrigation systems, Americain Society of Agricaltural Engineers.