کارگاه فنی - آموزشی روش‌های آبیاری میکرو

خرد آبیاری راهکاری در جهت بهبود کارآیی آب آبیاری

سعید نی‌ریزی [1]

مقدمه

آب به عنوان یکی از ارزشمندترین منابع طبیعی، جایگاه خاصی در توسعه پایدار کشاورزی دارد. امنیت آب و غذا از مهمترین راهبردهای توسعه در جهان بوده و دستیابی به اهداف آن از نگرانی های عمده دولتمردان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، در قرن بیست و یکم می باشد. اگر چه از ۴۰۰۰۰ کیلومتر مکعب منابع آب تجدید پذیر سالانه دنیا، در حال حاضر فقط حدود ۳۸۰۰ کیلومتر مکعب آن، یعنی ۱۰٪، برای مصارف گوناگون استحصال می گردد ، و شاید تنها نیمی از آن نیز به مصرف واقعی برسد ، ولی با این وجود بعلت عدم توزیع مناسب زمانی و مکانی این منابع در سطح جهان، امروزه بخش اعظمی از مردم دنیا با کمبود آب و مواد غذایی مورد نیاز خود روبرو هستند. با توجه به توسعه نسبی اراضی دیم در نقاط مختلف گیتی ، بار اصلی افزایش تولید مواد غذایی، به ویژه در دو دهه اخیر، بر توسعه منابع آب از یک طرف و بهبود بهره‌وری آب از طرف دیگر متمرکز بوده است . در شکل ۱ روند افزایش استحصال آب و تخصیص آن به مصارف مختلف و پیش بینی آن تا ۲۵ سال آینده ارایه شده است . همانطور که در این شکل آمده است در حال حاضر حدود ۷۰ درصد منابع آب استحصال شده دنیا در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد، این رقم در آسیا به ۸۶ درصد و در ایران به ۹۳ درصد افزایش می‌یابد.(جدول ۱)

۱- مسئول کمیته منطقه‌ای خراسان

جدول ۱ - تخصیص آب استحصالی به مصارف مختلف در مناطق مختلف

نوع مصرف	ایران	آسیا	دنیا
کشاورزی	۹۳	۸۶	۶۹
شرب	۶	۶	۹
صنعت	۱	۸	۲۲

در گزارش *FAO* و *ICID* برای تأمین نیازهای غذای دنیا در ۲۵ سال آینده افزایش ۳۰٪ بر مساحت اراضی آبی دنیا پیش بینی شده است. در شرایط خوش بینانه با افزایش حدود ۲۰ - ۱۵ درصد به منابع آب استحصالی و بهبود بازده آبیاری این مهم قابل دسترس خواهد بود *(Seckler, 1998)* و *(IWMI,1999)*. ولی برای رسیدن به این هدف سرمایه گذاریهای سنگینی در زمینه زیرساخت های تأمین آب نیاز می باشد. زیرا، علاوه بر تأمین منابع آب جدید، بخشی از سرمایه گذاریها نیز باید معطوف به جایگزینی سدهایی گردد که در این مدت عمر مفید خود را از دست خواهند داد.

از مجموع ۲۵۵ میلیون هکتار اراضی آبی جهان ۷۰ درصد آن، یعنی ۱۷۵ میلیون هکتار، در قاره آسیا واقع گردیده که کشورهای آن در زمره کشورهای در حال توسعه با درآمد کم و نسبتاً کم محسوب می گردند. (نمودار ۱)

روند توسعه منابع آب و افزایش مصارف آب در بخشهای مختلف در قاره آسیا بشرح نمودار ۲ پیش بینی می گردد. این نمودار نشان می دهد که در طی ۲۵ سال آینده میزان آب تخصیصی به کشاورزی در آسیا از ۱۳۶۵ به ۱۲۷۰ کیلومتر مکعب در سال کاهش پیدا کرده و در عوض تخصیص به مصارف شرب و صنعت از ۲۷۰ به ۹۳۰ کیلومتر مکعب در سال افزایش خواهد یافت. یعنی علی رغم ۳۵ درصد افزایش کلی میزان استحصال آب، برای تأمین غذای موردنیاز جمعیت روزافزون این قاره باید تلاش فراوانی در افزایش تولید در واحد حجم آب تخصیصی به مصارف کشاورزی بعمل آورد. در نمودار ۳ بازده تولید آب در زراعت گندم در دو منطقه پنجاب پاکستان و بکزا هندوستان در مقایسه با امپریال ولی کالیفرنیا که شرایط محیطی مشابه دارند مقایسه شده است.

در این نمودار تولید گندم از ۷ تن در هکتار در کالیفرنیا تا ۲ تن در هکتار در پاکستان تغییر کرده و بازده تولید آب از ۱/۲ به ۰/۶ کیلوگرم در هر مترمکعب آب کاهش می‌یابد.این اختلاف نشان می‌دهد که با برنامه‌ریزی صحیح، سرمایه‌گذاری مناسب و مدیریت موثرامکان رسیدن به اهداف

تأمین غذا حتی در قاره پرجمعیتی مثل آسیا وجود دارد.

برای افزایش بازدهی تولید آب کشاورزی اقدامات لازم در زمینه های زیر باید صورت گیرد:

عملیات زراعی

- **بهبود گونه های گیاهی، از طریق اصلاح نباتات و فناوری زیستی برای :**
  - تولید محصول بیشتر در واحد حجم آب تعرق شده
  - کوتاه کردن دوره رشد بدون کاهش محصول
- **تغییر الگوی کشت**
  - تغییر گیاهان پرمصرف به لحاظ آب با گیاهانی که تولید اقتصادی بیشتری در واحد آب تعرق شده بدست می‌دهند .
- **بهبود عملیات زراعی**
  - مدیریت بهتر خاک، کود، کنترل آفات و علف هرز

عملیات مدیریت آب

- **بهبود مدیریت آب :**
  - زمان بندی مناسب آبیاری
  - استمرار و تضمین مناسب تأمین آب سبب سرمایه گذاری بیشتر زارعین و در نتیجه افزایش تولید در واحد حجم آب می‌گردد.
  - کنترل شوری خاک با مدیریت مناسب آبیاری
- **بهبود عملیات آبیاری در سطح مزرعه**
  - استفاده از روشهای خرد آبیاری، بارانی و سطحی پیشرفته
  - کم آبیاری
  - آبیاری تکمیلی
- **تخصیص آب به مصارف پرارزش تر**
  - تغییر گیاهان کم ارزش به پرارزش در الگوی زراعی
  - خرید و فروش آب (بازار آب)

- تغییر کاربری آب به مصارف شرب و صنعت

بی شک پیش برد هر یک از این مجموعه رویکردها به پیش فرض و شرایط و ملزومات خاصی نیاز دارد که خارج از حوصله این مقاله می باشد. در اینجا ما صرفاً به معرفی روش های خرد آبیاری (آبیاری میکرو) بعنوان یکی از راه کارهای عملیاتی در راستای افزایش بازدهی آب کشاورزی در شرایط کم آبی می‌پردازیم.

شرایط پیدایش خرد آبیاری

حدود نیم قرن پیش در آمریکا به منظور افزایش راندمان مصرف آب ، از طریق بهبود یکنواختی پخش آب و کاربرد جریان یکنواخت و پیوسته ، آبیاری بارانی ابداع گردید. بتدریج با افزایش دستمزد کارگر توجه بیشتری به خودکار کردن این روش ها و طراحی ماشین های آبیاری بعمل آمد. حاصل این تلاش، ایجاد و توسعه دستگاههای دوار مرکزی، سیار خطی، تفنگی شیلنگ پیچ و غیره در اروپا و امریکا گردید. تقریباً از اوایل دهه ۷۰ با افزایش هزینه انرژی به ویژه در کشورهای اروپایی و امریکا طراحی تجهیزات آبیاری بارانی با مصرف انرژی کمتر پی گیری شد. حاصل آن ابداع فناوری هایی چون *Low - Energy Precision - Application Technologies (LEPA)* بود که در واقع ترکیبی از روش آبیاری بارانی و آبیاری میکرو، که در همین ایام در اروپا ابداع و توسعه پیدا کرده بود، بشمار می‌رود. در این روش شیلنگ هایی که مجهز به روزنه های خروجی کوچک هستند با نصب بر روی بازوی دستگاههای دوار مرکزی یا سیار خطی آب را در ارتفاع ۰/۲ تا ۰/۴۵ متری زمین زیر پوشش گیاهای می پاشند.

همزمان با توسعه روش های آبیاری بارانی، در دهه ۶۰ استفاده از آبیاری قطره‌ای در باغات مناطق کم آب و اراضی حاشیه کویری و با استفاده از آبها با کیفیت پایین، ابتدا در اسرائیل و بعد در ایتالیا و فرانسه، آغاز گردید.

در این روش آب با فشار کمتر از روش های بارانی، از طریق خروجی هایی با قطر خیلی کم، به آرامی و به میزانی تقریباً معادل نیاز تبخیر و تعرق و نسبتی که خاک توان جذب آنرا دارد، توزیع می‌شود. هدف این روش آبیاری حفظ رطوبت خاک در ناحیه ریشه نزدیک به ظرفیت زراعی است (شکل ۲). در این شرایط گیاه از تأمین متعادل رطوبت و تهویه برخوردار بوده و علی الاصول باید محصول، نسبت به سایر روش های آبیاری که در آن دوره‌های تر و خشک وجود دارد، به

لحاظ کمی و کیفی بهبود یابد. افزایش محصول در سبزیجات و محصولات باغی پس از پیاده شدن خرد آبیاری ، به همراه بهبود سایر عملیات زراعی ، توسط سینگ (*Singh* ۱۹۹۳) گزارش شده است (جدول ۲) . مزیت عمده دیگر این روش نسبت به سایر روش های آبیاری، خیس شدن فقط بخشی از زمین تحت کشت می باشد که در نتیجه صرفه جویی عمده‌ای در میزان مصرف آب بوجود می‌آید. این صرفه جویی در درختان جوان ۵ تا ۱۰ درصد و در درختان بالغ ۴۰ تا ۶۰ درصد می‌تواند باشد.

جدول ۲ ـ میزان افزایش محصول و صرفه جوئی آب در آبیاری قطره‌ای در هندوستان

گیـــاه	محصول (تن در هکتار)			آب مصرفی (میلیمتر)		
	سطحی	قطره‌ای	درصدافزایش‌محصول	سطحی	قطره‌ای	صرفه‌جوئی‌آب(درصد)
موز	۵۷/۵	۸۷/۵	۵۲	۱۷۶۰	۹۷۰	۴۵
انگور	۲۶/۴	۳۲/۵	۲۳	۵۳۲	۲۷۸	۴۸
لیموشیرین	۱۰۰	۱۵۰	۵۰	۱۶۶۰	۶۴۰	۶۱
انار	۵۵	۱۰۹	۹۸	۱۴۴۰	۷۸۵	۴۵
پاپایا	۱۳/۴	۲۳/۵	۷۵	۲۲۸	۷۴	۶۸
گوجه فرنگی	۳۲/۰	۴۸/۰	۵۰	۳۰۰	۱۸۴	۳۹
هندوانه	۲۴/۰	۴۵/۰	۸۸	۳۳۰	۲۱۰	۳۶
اکرا	۱۵/۳	۱۷/۷	۱۶	۵۴	۳۲	۴۰
کلم	۱۹/۶	۲۰/۰	۲	۶۶	۲۷	۶۰
فلفل قرمز	۴/۲	۶/۱	۴۴	۱۱۰	۴۲	۶۲
سیب‌زمینی شیرین	۴/۲	۵/۹	۳۹	۶۳	۲۵	۶۰
چغندر لبوئی	۴۶	۴۹	۷	۸۶	۱۸	۷۹
تربچه	۷۰/۰	۷۲	۲	۴۶	۱۱	۷۷
نیشکر	۱۲۸	۱۷۰	۳۳	۲۱۵۰	۹۴۰	۵۶
پنبه	۲/۳	۲/۹	۲۶	۹۰	۴۲	۵۳

مأخذ : *Singh.etal(1993)*

بنابراین سامانه های آبیاری قطره‌ای در شرایطی پدید آمدند که علاوه بر نیاز به بهبود یکنواختی پخش آب، کاهش کارگر و کاهش انرژی، کمبود منابع آب نیز بعنوان محدودیت توسعه آبیاری مطرح بوده است.

با توسعه فرآورده های پلاستیکی و از طرفی بروز مشکلاتی ناشی از گرفتگی روزنه هـای آب چکانها (قطره چکانها) و هزینه های سنگین سرمایه‌ای و نگهداری، تحولات زیـادی در نـوع آب

چکانها و آبفشانها و موادی که در ساخت آنها بکار برده می‌شد، پدید آمد. در نتیجه در مفاهیم *drip* و *trickle* که در فارسی به قطره‌ای ترجمه شده است، نیز تغییر حاصل شده و این سامانه های آبیاری به آبیاری موضعی *(Localized irrigation)* و در نهایت خرد آبیاری *(micro irrigation)* تغییر نام دادند. عمده این تحولات شامل موارد زیر می باشند:

- بهبود صافی ها
- ابداع آب چکانهای تنظیم کننده فشار
- تولید آب چکانهای تمیز کننده خودکار
- تولید انواع آب فشانها
- بهبود مواد برای افزایش مقاومت و طول عمر تجهیزات
- تولید خطوط نواری سبک برای مصارف فصلی
- اضافه کردن امکان کاربرد مواد شیمیایی
- ایجاد تجهیزات کنترل و راهبری خودکار

توسعه خرد آبیاری در جهان

علی رغم مزایای خرد آبیاری توسعه آن در جهان با توفیق چندانی روبرو نبوده است . بر طبق گزارش بوکز *(Bucks, 1993)* آمار مساحت اراضی تحت آبیاری میکرو نسبت به سایر روش های آبیاری در کشورهای مختلف جهان در سال ۱۹۹۱ بشرح جدول ۳ می‌باشد. این آمار نشان می دهد که آبیاری میکرو کمتر از ۱ درصد از اراضی آبی دنیا را پوشش می‌دهد. دلیل اصلی این عدم توسعه هزینه های سرمایه‌ای بالا در این روش آبیاری و نیاز به نیروی کارگر و کشاورز ماهر می‌باشد، که این هر دو مشکل در اغلب کشورهای در حال توسعه وجود دارند.

جدول ۴ سرانه تولید ناخالص ملی و میزان سرانه آب قابل دسترس در چهارکشور رده بالای جدول ۳ را نشان می‌دهد. لذا بنظر می‌رسد که توسعه آبیاری میکرو بیشتر در کشورهای کم آب با درآمد ملی متوسط به بالا صورت گرفته است .

در جدول ۵ هزینه سرمایه‌ای تجهیزات آبیاری میکرو در باغات و مزارع در تعدادی از کشورها

ارایه شده است . در ایران با توجه به اقلیم ، نوع درختان ، شکل و پستی و بلندی زمین این هزینه ها می‌تواند از ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار آمریکائی در هکتار تغییر نماید، ولی بطور متوسط ۱۵۰۰ دلار در هکتار با توجه به تولیدات داخلی و نیز تبدیل ارز بر مبنای واریز نامه‌ای، رقم قابل قبولی است .

جدول ۳ میزان اراضی خرد آبیاری در جهان

کشـــور	اراضی تحت خرد آبیاری(هکتار)	درصدنسبت به کل اراضی آبی
قبرس	۲۵۰۰۰	۷۱/۴
اسرائیل	۱۰۴۳۰۲	۴۸/۷
اردن	۱۲۰۰۰	۲۱/۰
افریقای جنوبی	۱۴۴۰۰۰	۱۲/۷
استرالیا	۱۴۷۰۱۱	۷/۸
کلمبیا	۲۹۵۰۰	۴/۷
اسپانیا	۱۶۰۰۰۰	۴/۸
فرانسه	۵۰۹۵۳	۴/۸
ایتالیا	۷۸۶۰۰	۴/۷
پرتغال	۲۳۵۶۳	۳/۷
امریکا	۶۰۶۰۰۰	۳
مصـــر	۶۸۴۵۰	۲/۶
تایوان	۱۰۰۰۵	۲/۴
ژاپن	۵۷۰۹۸	۱/۸
مکزیک	۶۰۶۰۰	۱/۲
تایلند	۴۱۱۵۰	۱
مراکش	۹۷۶۶	۰/۸
برزیل	۲۰۱۵۰	۰/۷
چین	۱۹۰۰۰	۰/۱
هندوستان	۵۵۰۰۰	۰/۱
دیگران	۴۶۸۳۷	
جمـــع	۱۷۶۸۹۸۵	۰/۸

منبع *Backs(1993)*

جدول ۴ - توسعه خرد آبیاری با توجه به کمبود آب و درآمد ملی

کشـــور	درصد خرد آبیاری نسبت به کل اراضی تحت آبیاری	سرانه آب قابل دسترس سالانه متر مکعب در سال برای هر نفر	سرانه تولید ناخالص ملی دلار در سال برای هر نفر
قبـرس	۷۱	۱۲۵۰	۱۰۲۶۰
اسرائیل	۴۹	۴۳۱	۱۴۵۳۰
اردن	۲۱	۴۰۵	۱۴۴۰
افریقای جنوبی	۱۳	۱۱۰۵	۳۰۴۰

جدول ۵ - هزینه سرمایه‌ای احداث سامانه های آبیاری میکرو در کشورهای مختلف

روش آبیاری	کشـــور	هـــزینه ســـرمایه‌ای، دلار آمریکا در هکتار
قطره‌ای در باغات	ایران	۱۷۰۰ - ۱۲۰۰
	پاکستان	۸۰۰
	اسرائیل	۱۵۰۰
	هندوستان	۱۳۰۰ - ۸۰۰
آبپاشهای کوچک در باغات	اسرائیل	۲۲۰۰
قطره‌ای در زراعت سبزیجات	اردن	۱۰۰۰
	هندوستان	۱۴۰۰
	اسرائیل	۳۰۰۰
	چین	۴۰۰۰
آبپاشهای‌کوچک در سبزیجات	اسرائیل	۳۱۰۰
قـطره‌ای بـال قـابل جـابجایی بـین خـطوط سبزیجات	نپال	۲۵۰

* کلیه هزینه ها بر مبنای تولیدات داخلی کشورها، غیر از چین، ارزیابی شده است .

چین و هندوستان تقریباً $\frac{1}{3}$ جمعیت دنیار را در خود جای داده و حدود ۵۰ درصد اراضی آبی دنیا را شامل می‌گردنند. برای تأمین غذای این جمعیت قاعدتاً باید روش های آبیاری کم مصرف در این کشورها توسعه می یافت ولی باید مشکل را در مسائلی از قبیل وجود منابع آب نسبتاً کافی و درآمد ملی کم دانست که ملامد *(Melamed, 1989)* به آنها اشاره کرده است. در جدول ۶ درصد اراضی زیر پوشش آبیاری تحت فشار و آمار مربوط به کشـورهای چـین و هـندوستان بـرای

مقایسه با شرایط ایران کنار هم گذارده شده است . به نظر می‌رسد مشکلات توسعه آبیاری تحت فشار و خرد آبیاری در کشور ما نیز جدا از این مسائل نباشد.ساکسنا *(Saksena, 1993)* می‌گوید که : علی رغم مزایای زیاد سامانه های خرد آبیاری و یارانه هایی دولتی که مشمول این سامانه ها می گردد و همچنین وامی که بانک در اختیار کشاورزان می‌گذارند، ولی این روش ها در هندوستان توسعه نیافته‌اند و فقط تعداد محدودی از زارعین این روش را در باغات خود بکار برده اند. این عدم توسعه در چین نیز دیده می‌شود.

جدول ۶ - مقایسه توسعه نسبی خرد آبیاری و آبیاری تحت فشار در ایران باکشورهای چین و هندوستان

کشور	سرانه آب قابل دسترس متر مکعب در سال برای هر نفر	سرانه تولید ناخالص ملی دلار در سال برای هر نفر	کل اراضی آبی میلیون هکتار	درصد پوشش آبیاری تحت فشار	درصد پوشش خرد آبیاری
ایران	۲۱۰۰	۵۸۰	۷/۵	۳/۷	۰/۹
هندوستان	۲۰۹۴	۳۲۰	۷۶	۰/۲	۰/۰۸
چین	۲۴۲۰	۵۳۰	۵۰	۱/۵	۰/۰۵

تحقیقاتی‌که ملامد*(Melamed,1989)* انجام داده است بیانگر این امر است که خرد آبیاری در شرایطی توسعه می‌یابد که:

- کمبود آب وجود داشته و هزینه تأمین آب زیاد باشد.
- ضرورت استفاده از آبهای با کیفیت پائین از قبیل آب های لب شور و شور وجود داشته باشد.
- کارگران کشاورزی ماهر دراختیار باشد.
- سازمانهای ترویج و ارایه خدمات آب و خاک فعال و موثر باشند.
- ارتباط نزدیک بین تولید کنندگان تجهیزات و کشاورزان وجود داشته باشد.

فقدان هر یک از عوامل فوق گسترش خرد آبیاری را در کشورهای در حال توسعه دچار رکود یا بسیار بطئی می سازد.

جدول ۷ توسعه روشهای آبیاری بارانی و خرد آبیاری را در ۵ کشور عمده دنیا به لحاظ سطح زیر پوشش ارائه می‌دهد. تمامی این کشورها در جمله کشورهای توسعه یافته با درآمد ناخالص

ملی متوسط به بالا هستند.

در مورد کارگر موردنیاز روش‌های خرد آبیاری نیز باید متذکر شد اگر چه تعداد کارگر مورد نیاز این روش آبیاری نسبت به روش های آبیارای بارانی و آبیاری سطحی کمتر است ولی سطح تخصص بیشتری در مزرعه مورد نیاز می‌باشد. در نمودار ۲ میزان کارگر موردنیاز روش های مختلف آبیاری نفر روز در هکتار در ماه ارایه شده است. میزان کارگر موردنیاز خرد آبیاری در حدود ۵۰ درصد آبیاری سطحی و آبیاری بارانی است و تقریباً معادل روش های مکانیزه آبیاری بارانی از قبیل دوار مرکزی و سیار خطی است.

جدول ۷ ـ اراضی آبی و توزیع روشهای آبیاری تحت فشار در ۵ کشور عمده به لحاظ سطح زیرپوشش (هزارهکتار)

کشور	مساحت کشت آبی	اراضی تحت آبیاری بارانی	اراضی تحت خرد آبیاری	درصد پوشش آبیاری تحت فشار	درصد پوشش خرد آبیاری
امریکا	۲۰۰۰۰	۳۳۸۰	۶۰۶	۲۰	۳/۰
اسپانیا	۳۴۰۰	۹۰۰	۲۳۰	۳۳	۶/۸
فرانسه	۲۳۸۰۰	۸۹۰	۱۴۰	۴۳	۵/۹
ایتالیا	۲۷۱۰	۳۴۵	۷۹	۱۶	۰/۶
آفریقای جنوبی	۱۲۲۰	۶۷۰	۱۴۴	۶۷	۱۳

طبقه بندی خرد آبیاری

بطور کلی خرد آبیاری براساس کاربرد نوع خروجی آب، شامل آبچکانها و آبفشانها، به چهار گروه اصلی تقسیم می‌گردد:

- آبچکانهای نقطه‌ای *(Point Source)* با تنظم فشاریابدون تنظیم فشار
  - آبچکانهای با مسیر بلند *(Long flow path)*

(Pressure compensating &non- compensating)

  - آبچکانهای روزنه‌ای *(Orifice emitters)*
  - آبچکانهای گردابی *(Vortex emitters)*

- آبچکانهای خطی *(Line Source tubing)*
  - یک محفظه‌ای *(Single chamber)*
  - دو محفظه‌ای *(Double chamber)*
  - جدار تراوا *(Porous wall)*

- آبفشانها *(Sprinklers & Diffusers)*
  - آبپاشهای کوچک *(Micro Srinkler)*
  - آبفشانک *(Aini diffusers)*
  - گردپاش ها *(Sprayers)*
  - مه‌پاش ها *(Mists)*

- آبچکانهای حبابی *(Bubblers)*
  - آبچکانهای حبابی تحت فشار
  - آبچکانهای حبابی کم فشار

بطور کلی آبچکانها یا همراه با لوله تولید شده که داخل خط *(in-line)* نامیده می‌شوند، و یا بوسیله پایه خاص و یا مستقیماً به بال آبیاری متصل می گردند، که در این صورت روی خط *(on-line)* نامیده می‌شوند. بالهای آبیاری معمولاً با دیواره نازک و انعطاف پذیر از جنس پلی اتیلن و با قطر داخلی ۱۲ تا ۳۲ و معمولاً ۱۶ میلیمتر ساخته می‌شوند. اکثر آب چکانها با فشار حدود ۱۰۰ کیلو پاسکال (یک بار) کار می‌کنند و دبی خروجی آنها بین ۲ تا ۸ لیتر در ساعت است. مشخصات کلی آبچکانها بشرح زیر می باشد :

آبچکانهای با مسیر بلند

لوله های میکرو *(micro tube)* یا لوله اسپاگتی *(Spaghetti tube)* از اولین انواع آبچکانهای با مسیر بلند می باشند. این لوله ها از جنس پلی اتیلن با قطر داخلی ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر بوده که با

ایجاد سوراخ کوچکی در دیواره بال آبیاری وارد آن می‌شوند. طول لوله اسپاگتی در نقاط مختلف بال آبیاری متغیر بوده، بطوریکه با تغییر فشار در طول بال، خروجی آبچکانها یکسان می‌گردد. احتمال گرفتگی این نوع آبچکان از آبچکانهای دیگر کمتر بوده ولی اتصال آن به لوله ناپایدار است .

آبچکانهای روزنه ای

ساده ترین نوع آبچکان بوده و دبی خروجی با قطر روزنه کنترل می گردد. برای دبی ۲ تا ۴ لیتر در ساعت، قطر روزنه ۰/۱ میلیمتر می باشد. انواع پیشرفته این آبچکانها، برای تنظیم فشار، به صفحه لاستیکی مجهز بوده که با اضافه شدن فشار قطر روزنه را کاهش می دهد. زاویه پخش نیز در این آبچکانها از چند درجه تا ۳۳۰ درجه قابل تنظیم می باشد.(شکل ۲)

اخیراً برای کاهش هزینه اجرای خرد آبیاری سامانه‌هایی با بال قابل جابجایی در هندوستان و نپال طراحی شده است . در این روش هر بال آبیاری حدود ۱۰ ردیف گیاه را آبیاری می‌کند. در این روش بعرض آب چکان سوراخهایی به قطر ۰/۷ میلیمتر با سوزن داغ در روی بال ایجاد شده و با غلافی بطول ۶۰ میلیمتر از همان لوله که از طول بریده شده این سوراخها پوشش داده می‌شوند . خروجی از این روزنه ها ۶ لیتر در دقیقه تحت فشار ۲۰ کیلو پاسکال و ۱۰ لیتر در دقیقه در فشار ۴۰ کیلو پاسکال می باشد. در آزمایشی که توسط پولاک (*Polak*) بعمل آمده ۱۸٪ تغییر دبی در طول بال اندازه گیری شده است . برای کاهش هزینه از پارچه نایلونی در ابتدای مجموعه بعنوان صافی استفاده می‌شود. هزینه این سامانه در کشور نپال ۲۵۰ دلار در هکتار برآورد شده است .

آب چکانهای گردابی

این آب چکان متشکل از یک روزنه با محفظه کوچک گردابی است . آب در مسیر گردابی چرخیده و از وسط خارج می گردد. امتیار این آب چکان قطر بیشتر آن است که در نتیجه نسبت به گرفتگی حساسیت کمتری دارد.

آب چکانهای خطی

این آب چکانها یک خط کامل را خیس کرده و معمولاً برای آبیاری گیاهان ردیفی بکار برده می‌شوند. این آب چکانها متشکل از لوله ای با دیواره نازک که روی آن سوراخهایی بفواصل معین تعبیه شده و یا لوله‌ای تراوا می باشد که آب از دیواره آن تراوش می‌نماید. عرض هر نوار و یا لوله تراوا بستگی به بافت خاک و دبی مورد نیاز دارد. این خطوط معمولاً با فشار ۳۰ تا ۷۰ کیلو پاسکال کار می‌کنند. انواع آب چکانهای خطی شامل :

لوله های روزنه ای یک محفظه‌ای

ساده ترین نوع آب چکانهای خطی، شامل لوله‌ای با دیواره نازک و سوراخهای نزدیک بهم (۰/۶ متر) است . مشکل این نوع آب چکانها تغییر زیاد فشار در طول بال آبیاری می‌باشد. حداکثر طول این لوله ها ۶۰ متر توصیه می گردد.

لوله های دو محفظه‌ای

در این نوع فواصل سوراخها در محفظه داخلی زیاد بوده و آب از این قسمت بداخل محفظه دوم که سوراخهای خروجی آن بفواصل ۰/۱۵ تا ۰/۶ متر می‌باشد هدایت می‌گردد. تقریباً برای هر خروجی در محفظه داخلی معادل ۴ خروجی در محفظه بیرونی وجود دارد و نسبتاً مشکل تغییر فشار را حل می‌نماید.

آب چکانهای نواری

با وارد شدن آب چکانهای نواری تقریباً لوله های یک و دو محفظه‌ای از رونق افتاد. در این روش آب چکانهای کوچک با جریان متلاطم در داخل نواری به فواصل ۰/۱ تا ۱ متر در کارخانه نصب می گردد. برای اینکه این نوارها بتواند در هم پیچیده شده و حمل آن ساده گردد، کارخانه ها از آب چکانهای خیلی کوچک استفاده می کنند که در نتیجه خطر گرفتگی در آنها بیشتر است . ضخامت دیواره این نوارها بین ۰/۱۵ تا ۰/۴ میلیمتر بوده، دبی هر آب چکان بین ۱ تا ۲/۶ لیتر در ساعت و فشار کار بین ۶۵ تا ۱۱۰ کیلو پاسکال می‌باشد. اگر از این نوارها مراقبت کافی بعمل آید

تا ده سال کار می کند. در شکل ۳ جانمایی یک سامانه خرد آبیاری خطی نشان داده شده است .

لوله تراوا

یکی دیگر از سامانه های خطی خرد آبیاری لوله های تراوا است . در این روش آب توسط لوله های زیرزمینی تراوا مستقیم دراختیار ریشه قرار می گیرد. این سامانه کود و مواد شیمیایی را نیز می تواند توزیع نماید. مزایای روش تراوا، علاوه بر مزایای عمومی سامانه های میکرو، خروج آب از یک محیط اسفنجی با فشار کم و ایجاد تعادل با محیط اطراف می‌باشد. در واقع زمانی که محیط اطراف ریشه رطوبت کافی داشته باشد (مانند شرایط بعد از بارندگی) خروج آب از این لوله ها کنترل می‌گردد. بدین ترتیب نسبت به سایر روش های خرد آبیاری صرفه جویی بیشتری در میزان مصرف آب بوجود می‌آید.البته زیرزمینی بودن لوله نیز میزان خسارت به لوله را نسبت به سایر روش ها کاهش می‌دهد.

آب چکانهای حبابی

آب چکانهای حبابی صرفاً برای باغات و فضای سبز بکار برده می‌شود. هر بال آبیاری یک یا دو ردیف آب چکان حبابی را در پای درخت ها یا بوته ها آبرسانی می‌کند. دبی این آب چکانها نسبتاً بالا و حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ لیتر در ساعت می‌باشد. چون قطر روزنه ها بزرگ می‌باشد، معمولاً این سیستم به صافی نیاز ندارد. برای جلوگیری از حرکت آب حوضچه ای در اطراف درخت تعبیه می گردد. در این روش فواصل آبیاری بیشتر از سایر روش های خرد آبیاری است. فشار کار این آب چکانها حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ کیلو پاسکال است .

مزایای خرد آبیاری

بطور کلی مزایای سامانه های خرد آبیاری نسبت به سایر روش های آبیاری را می توان در دو گروه قرار داد. گروه اول مزایایی که در سایر روش های آبیاری تحت فشار نیز وجود داشته و در واقع برتری نسبی روش های آبیاری تحت فشار به روش های آبیاری سطحی است . این مزایا شامل موارد زیر می باشد :

- بهبود راندمان انتقال و کاربرد آب
- کاهش خطرات ماندابی
- کنترل زمانبندی و عمق آبیاری در نتیجه بهبود نسبی کمی و کیفی محصول
- کاهش کارگر مورد نیاز آبیاری
- امکان آبیاری موثر در خاکهای با بافت درشت، کم عمق و شیب دار
- قابلیت کنترل دبی های کم
- کاهش تلفات زمین زیر شبکه توزیع آب
- استفاده بهتر از آب های با کیفیت پایین
- کاهش خطرات بهداشتی ناشی از تجمع آب در سطح زمین
- امکان استفاده از این شبکه برای توزیع کود و سم

گروه دوم شامل مزایای نسبی خرد آبیاری در مقایسه با روش های آبیاری بارانی است.این مزایا شامل موارد زیر است :

- کارائی مصرف آب افزایش می‌یابد
- مصرف انرژی کاهش پیدا می کند
- هزینه های پمپ و تأسیسات متعلقه کمتر می باشد
- بعلت خشکی نسبی زمین سایر عملیات زراعی سهل تر خواهد بود
- سرعت باد اختلالی در عملکرد سامانه بوجود نمی‌آورد
- استفاده از آبهای با کیفیت پایین مناسبتر بوده و صدمه به برگهای گیاه نمی زند
- مناسب ترین روش آبیاری برای استفاده از آب شور به لحاظ خاک و گیاه است
- رشد علف هرز محدود می گردد
- پستی و بلندی زمین مشکل کمتری ایجاد می کند
- خودکار کردن سامانه بسادگی صورت می گیرد

در مقابل مشکلات و معایب این روش آبیاری نسبت به آبیاری بارانی را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- در زراعت های متراکم مشکل اجرایی دارد
- هزینه سرمایه ای آن برای زراعت و سبزیجات بالا می‌باشد
- خطر گرفتگی آبچکانها زیاد بوده و به نگهداری بهتری نیاز دارند

- در اثر طوفان و حرکت شن در مناطق خشک و صحرایی عملکرد آن دچار مشکل می گردد
- نسبت به تخریب حیوانات و صدمه رفت و آمد ماشین آلات آسیب پدیر می باشد

References

1- Bucks, D.a.1993., Micro - irrigation worldwide usage report. In: Proceedings of workshop on Micro - irrigation, Sep 1993 ICID Congress, Phe Hague

2- Cornich, G.1998., Modern irrigation technologies for small holderes in developing countries. SRP Exeter, Publisher. U.K.

3- FAO, 1996., Proceedings of World Food summit, Rome, 13-17 Nov 1996

4- Malamed, D.1989., Technological development: The Israelie Experiences. In Technological and Institutional Innovations in Irrigation. World Bank, Technical Paper No.94 World Bank Washington.

5- Sadsena, R.S.1993., Status of Micro- Irrigation in India, In:
Proceedings of Workshop on Micro- Irrigation, Sep 1993, 15th Congress of Irrigation and drainage, Hague, ICID.

6- Singh, I. Singh A.K. and Garg, R. 1993., Present starus of drip irrigation in India. In: Proceeding of Workshop on Sprinkler and Drip Irrigation Systems 8-10 Dec 1993, Jalgaon, Central Board of Irrigation and Power,, New Delhi.