

مدیریت و بهره وری آب باران در کشاورزی دیم

رقیه نجف زاده¹، مصطفی رحمتی²، کاظم ارزانی³

1- دانشجوی دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. Roghayehnajafzadeh@yahoo.com

2- دانشجوی دکتری فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. Mostafa_rahmati84@yahoo.com

3- استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

چکیده

عمده ترین مصرف منابع آب کشور در بخش کشاورزی است. در نتیجه بیشترین حجم تلفات آب نیز مربوط به این بخش می باشد. ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه در ناحیه خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است. خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان نظیر ایران می باشد و مسأله اساسی در این مناطق کمبود آب است. بنابراین توسعه کشاورزی و تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک به افزایش کارایی مصرف آب بستگی دارد. کشاورزی دیم 80 درصد از سطح زیر کشت کل کره زمین را به خود اختصاص داده است که شامل تولید 62 درصد از غذای اصلی مردم می باشد. در حال حاضر و در آینده، اهمیت چنین کشاورزی خصوصاً در مسئله تغذیه جمعیت جهان به طور روز افزون مورد توجه قرار گرفته است. زراعت دیم دارای خصوصیات متمایز و متفاوتی نسبت به زراعت آبی است. مدیریت آب در کشاورزی مناطق دیم می تواند باعث افزایش 75 درصدی تولید مواد غذایی در جهان شده و در راستای جلوگیری از گرسنگی شود. با توجه به منابع محدود آب، استفاده بهینه از آن ضروری است. در ایران با توجه به شرایط اقلیمی، محدودیت منابع آب و محدودیت اراضی دارای پتانسیل تولید کشت دیم، مدیریت تامین و مصرف آب نقش اساسی در تولید به عهده دارد. بر این اساس، استفاده معقول از آب در کشاورزی نیاز به برنامه ریزی و سرمایه گذاری صحیح دارد. بنابراین سرمایه گذاری بر روی روشهای مدیریت آب باران و سامانه های استحصال آب باران برای کشت های دیم از اهمیت بالایی برخوردار می باشد.

کلمات کلیدی: کشت دیم، محدودیت آب، مدیریت آب باران، استحصال آب باران

مقدمه

آب یکی از مهمترین و اساسی ترین عوامل حیات و پیشرفت است و بخش لاینفک هر موجود زنده و حتی جزء زنده و اصلی هر خاک حاصلخیز می باشد. عمده ترین مصرف منابع آب کشور در بخش کشاورزی است و نتایج برخی گزارش ها حاکی از آن است که بیش از 90 درصد از حجم آبی که در کشور استفاده می شود، صرف تولیدات کشاورزی می شود. در نتیجه بیشترین حجم تلفات آب نیز مربوط به این بخش می باشد [1]. ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه در ناحیه خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است. برحسب آمار موجود، در بیش از 75 درصد مساحت کشور میزان بارندگی کمتر از 250 میلی متر در سال می باشد [2]. خشکی یکی از مهمترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان نظیر ایران می باشد و مسأله اساسی در این مناطق کمبود آب است [3 و 4]. بنابراین توسعه کشاورزی و تولید پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک به افزایش کارایی مصرف آب بستگی دارد [5].

کشاورزی دیم 80 درصد از سطح زیر کشت کل کره زمین را به خود اختصاص داده است که شامل تولید 62 درصد از غذای اصلی مردم می باشد. رشد جمعیت و تغییر الگوی مصرف در اقتصادهای به سرعت در حال توسعه، باعث افزایش تقاضای جهانی غذا شده است. میزان سطح زیر کشت دیم در مناطق مختلف متفاوت است. به عنوان مثال در آسیای جنوبی با بزرگترین سیستم های آبیاری جهان و گسترده ترین آبیاری از طریق آبهای زیرزمینی، بیش از نیمی از مناطق به کشاورزی دیم اختصاص داده شده است. در همه نقاط جهان، مناطق تحت کشت دیم رو به افزایش بوده است، اما بهره وری از محصولات اصلی بهبود نیافته است. در حال حاضر و در آینده، اهمیت چنین کشاورزی خصوصاً در مسئله تغذیه جمعیت جهان به طور روز افزون مورد توجه قرار گرفته است [6].

زراعت دیم دارای خصوصیات متمایز و متفاوتی نسبت به زراعت آبی است. تغییرات سال به سال بارندگی و تغییرات مقدار و نحوه پراکنش نزولات جوی از جمله عواملی هستند که سبب می شود عدم اطمینان و خطرپذیری در زراعت دیم بالا بوده و ضریب اعتماد و درجه ثبات و پایداری آن اندک باشد [7]. لذا راهکارها و شیوه های مختلفی که در کاهش خطرپذیری و ایجاد ثبات و پایداری عملکرد محصولات دیم، مؤثر باشد مورد توجه است.

سازمان بین المللی مدیریت آب، در ارزیابی جامع خود تخمین زده است که مدیریت آب در کشاورزی مناطق دیم می تواند باعث افزایش 75 درصدی تولید مواد غذایی در جهان شده و در راستای جلوگیری از گرسنگی شود [6]. با توجه به منابع محدود آب، استفاده بهینه از آن ضروری است [8]. آبیهای تجدید پذیر نه تنها در مناطق خشک و کم آب، بلکه در مناطقی که میزان ریزش باران فراوان است، رو به کاهش می باشند [9]. در همین راستا متخصصان پیش بینی می کنند که در دهه های آینده کمبود آب در مقیاس جهانی بیش از پیش تجربه خواهد شد تا ضرورت و نبود این ماده حیاتی آشکارتر و توجه به بهبود کارایی مصرف آب افزون تر شود [10].

در ایران با توجه به شرایط اقلیمی، محدودیت منابع آب و محدودیت اراضی دارای پتانسیل تولید کشت دیم، مدیریت تامین و مصرف آب نقش اساسی در تولید به عهده دارد. بازده آب برداشت شده در بخش کشاورزی در کشور در مقایسه با میانگین بین المللی ناچیز است. به عقیده بیشتر صاحب نظران مدیریت آب، کشورهایی که با بحران آب مواجه می باشند در صورتی می توانند نسبت به آینده خود امیدوار باشند که در جهت افزایش کارایی و بهره وری آب به ویژه در بخش کشاورزی که مصرف کننده عمده آب است، تلاش کنند [11].

بنابراین توجه به این پارامتر در برنامه ریزی و مدیریت منابع آب و توسعه آبیاری از اهمیت بالایی برخوردار است. بر این اساس، استفاده معقول از آب در کشاورزی نیاز به برنامه ریزی و سرمایه گذاری صحیح دارد [12]. بنابراین لزوم استفاده کارا یا به عبارتی مدیریت آب کشاورزی مهم و ضروری می باشد [13]. بنابراین سرمایه گذاری بر روی روشهای مدیریت آب باران و سامانه های استحصال آب باران برای کشت های دیم از اهمیت بالایی برخوردار می باشد.

مدیریت آب باران در کشت دیم

در اکثر مناطقی که آب به اندازه کافی وجود ندارد، به دلیل تراکم کم جمعیت، زمین های بدون کاربرد بسیاری وجود دارد. در این مناطق، حداقل 5 تا 20 برابر آنچه که می توان با آب باران موجود و آب زیرزمینی و ... به زیر کشت برد، زمین وجود دارد. بنابراین امکان تخصیص بخشی از اراضی برای جمع آوری رواناب و سیلاب در بسیاری از این مناطق وجود دارد. در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک با جمع آوری آب باران و تنظیم آن در بالا دست حوضه های آبخیز برای تقویت و بهبود عملکرد محصولات دیم برنامه ریزی می شود. به این ترتیب امکان کوتاه شدن دوره های خشکی وجود دارد. بدین ترتیب صدمه وارد شده به محصول یا هر نوع پوشش گیاهی کاهش پیدا می کند. از جمله روشهای مدیریت آب باران در کشاورزی دیم عبارتند از:

1- مدیریت آب سبز: مدیریت رطوبت خاک

برای مدت زمان طولانی، به طور انحصاری از روش "آب آبی" در مدیریت آب استفاده می شد. در این روش آب رودخانه ها و دریاچه ها در آبیاری محصولات کشاورزی، تولید برق و استفاده های دیگر، به کار گرفته می شد. با این حال در بسیاری از مکان ها، بیشترین حجم آب شیرین در "آب سبز" است، یعنی آب موجود در خاک. از کل بارش یک منطقه، 65 درصد آن تبدیل به آب سبز می شود. در مناطقی که به صورت دشت های بی درخت هستند، بارندگی ها باعث به وجود آمدن مقدار ناچیزی آب آبی می شوند و بزرگترین بخش از بارندگی تبخیر می گردد. مدیریت بهتر منابع آب سبز می تواند کمبود آب آبی را جبران کند. آب سبز یک عامل کلیدی در کشاورزی دیم است. مدیریت بهتر رطوبت خاک یا همان مدیریت آب سبز، به منظور دستیابی به بازده بالاتر از کشاورزی دیم، ضروری است. رطوبت خاک اغلب غیر قابل اعتماد ترین و کمیاب ترین منبع تامین آب است، که این مسئله در هنگام افزایش در دسترس بودن و بهره وری آب، برای تولید ماده گیاهی¹، باعث ایجاد چالش می گردد [6].

راه های مختلفی برای افزایش در دسترس بودن رطوبت خاک وجود دارد که عبارتند از:

1-1- شخم حفاظتی

روش های شخم پایه همچون شخم و تخته (شکل خاصی از مالچ است که در آن خلل و فرج خاک با حرکت تخته بر روی سطح خاک بسته می شود)، در حفظ رطوبت خاک موثر هستند. به دلیل اینکه ممکن است بین زمان بارش باران و کاشت محصول تاخیر وجود داشته، ضروری است از برخی از شیوه ها به منظور حفظ بیشتر رطوبت خاک در کشت دیم، استفاده گردد. به کمک روش های شکافتن عمیق ویژه² و شخم زیر خاکی³ می توان باعث افزایش نفوذ آب، کاهش فرسایش و افزایش 60 درصدی عملکرد گردید. روش اصلاح شده شخم "Maresha" در اتیوپی باعث کاهش زمان مورد نیاز برای شخم و افزایش عملکرد تا 20 درصد شده است. به همین ترتیب، شخم زدن زمین قبل از شروع فصل بارانی، یک راه موثر برای بهبود نفوذ آب در اوایل فصل باران است. شخم زدن زمین قبل از باران به طور معمول در مناطق پنبه کاری جنوب یمن به کار گرفته می شود [6].

1 - Biomass

2 - Particular deep ripping

3 - Sub soiling

1-2- استفاده از مالچ و کمپوست

گستره وسیعی از مواد را می توان به عنوان مالچ استفاده کرد. مانند کاه و کلش، برگ، کود، چوب، پوست، پوست کاکائو، کلش برنج، پوسته بادام زمینی، پلاستیک. از کمپوست به منظور حفظ آب در خاک و کاهش هدر رفت رطوبت به هوا استفاده می گردد. مزایای استفاده از مالچ عبارتند از: کاهش تبخیر آب از خاک (تا 80 درصد نیز در برخی موارد گزارش شده است)، جلوگیری از رشد علف های هرز، محافظت از خاک در برابر سرما و گرمای شدید، جلوگیری از فشردگی خاک و محافظت از خاک در مقابل فرسایش باد.

اما استفاده از مالچ معایبی نیز دارد که عبارتند از: محدود شدن نفوذ آب به خاک در بعضی از مالچ ها، جذب جوندگان و حشرات و نرم تنان. اما در کل مزایای استفاده از مالچ نسبت به معایب آن، تقریباً در همه موارد بیشتر است. در برخی مناطق کشاورزان به منظور بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک و کاهش آب مورد نیاز برای آبیاری، به طور گسترده از ورمی کمپوست استفاده می کنند [6].

1-3- استفاده از مواد سوپر جاذبها

سوپر جاذبها¹ (بر جاذبها و فراجاذبها) یا هیدروژلها، شبکه های پلیمری آبدوست از جنس هیدروکربن هستند که هر ذره آنها پس از جذب آب و تورم ضمن دارا بودن قوام مکانیکی، شکل هندسی خود را حفظ کرده [14] و چندین برابر وزن خود آب را جذب، نگهداری و در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه می شود و بدین ترتیب قابلیت نگهداری و ذخیره سازی آب را در خاک افزایش یافته و خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می ماند [15، 16 و 17]. پلیمرهای سوپر جاذب با جذب و نگهداری آب و آزاد کردن تدریجی آن، مدت زمان دسترسی گیاه به رطوبت را افزایش داده و در نتیجه راندمان آبیاری افزایش می یابد [18].

پلیمرهای سوپر جاذب در صورت اختلاط با بستر، سبب بهبود بافت فیزیکی بستر و افزایش ظرفیت نگهداری آب [19، 20 و 21]، سهولت دسترسی ریشه گیاه به آب و عناصر غذایی [14 و 22]، کاهش استرس خشکی [23 و 24] گردند و میزان عملکرد را به ازای واحد آب و کود مصرفی افزایش دهند. از این رو قادرند کارایی مصرف آب و عناصر غذایی توسط گیاه را بهبود بخشند [14، 25، 26 و 27]. این پلیمرها باعث استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن، افزایش رطوبت خاک و افزایش مواد غذایی و ریزمغذی های ضروری در خاک می گردند [28].

1-4- حفاظت از آب در مزرعه

تکنیک های مختلفی در راستای بهبود در دسترس بودن رطوبت خاک در مزرعه وجود دارد، مانند تراس های ابرویی، کانال های خاکریزی² و شیارهای عمیق، بندهای سنگی، بندهای تراسی، بندهای نیم دایره و دوزنقه ایی، خطوط زباله، بندهای گیاهی، سیستم های بین ردیفی، بندهای جوی پشته ایی، شیارهای گره خورده و میکروکتچمنت های لوزی شکل³ (زمین های کوچک احاطه شده به شکل الماس). این اقدامات باعث کاهش سرعت رواناب های سطحی، بهبود نفوذ آب به خاک و افزایش رطوبت خاک می گردد. اقدامات دیگر، از جمله احداث باد شکن، باعث کاهش تبخیر آب و گسترش حضور موثر شبنم در مزرعه می گردد [6].

1-5- بهبود رطوبت خاک از طریق اجتناب از زهکشی عمیق

برخی اقدامات که در مناطق بزرگتر، موجب افزایش رطوبت خاک می شوند نیز، وجود دارند به ویژه در رابطه با بستن جوی و آب گذرها در یک منطقه. در منطقه شیب⁴ در اریتره، کشاورزان آب گذرهایی که در دشت های آبرفتی نرم پس از جاری شدن سیل کنترل نشده تشکیل شده بودند را مسدود کردند و در نتیجه رطوبت خاک در یک منطقه وسیع بهبود پیدا نمود [6].

2- استحصال آب باران⁵

از آنجا که عمده مصرف آب مربوط به بخش کشاورزی می باشد، لذا ضرورت تحقیق در زمینه استفاده از منابع آب جایگزین و نیز روشهای صرفه جویی در مصرف آب بسیار ضروری است. یکی از روشهایی که بطور غیر مستقیم می تواند باعث کاهش اتکاء به منابع آب معمول نظیر چاه و قنات و یا آب رودخانه باشد، استحصال مستقیم آب باران است که منظور از آن جمع آوری و بهره برداری از آب باران در محل بارش می باشد. از آنجا که باران، هر چند به مقدار کم، تقریباً در همه نقاط کشور وجود دارد، چنانچه بتواند با اعمال مدیریت صحیح مورد استفاده قرار گیرد، می تواند جهت جبران بخشی از کمبودهای موجود، مفید واقع شود [29].

استحصال آب باران یکی از شاخص ترین تکنیک های مدیریت بهره برداری از آب باران برای مقابله با کم آبی می باشد که در مناطق مواجه با کمبود آب به سرعت در حال توسعه می باشد. مبنای این روش، اختصاص سطحی از زمین برای جمع آوری نزولات و سپس ذخیره سازی آن برای استفاده در زمان مورد نیاز می باشد. با توجه به تنوع روشهای استحصال آب باران، باید در انتخاب روش مناسب به ویژگی هایی از قبیل مقدار بارندگی و نحوه توزیع آن، توپوگرافی زمین، نوع خاک، عمق خاک و عوامل اقتصادی و اجتماعی هر منطقه توجه جدی نمود [29]. بنابراین

1 - Super absorbent – Hydroge

2 - Trenches

3 - Microcatchments negarim

4 - Sheeb

5 - Rain water harvesting

استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع آوری و ذخیره می شود و در زمان کمبود آب به مصرف گیاه می رسد [30، 31 و 32].

وجود آب انبارهای قدیمی با معماری متنوع در اکثر نقاط خشک کشور گویای میزان توجه به استحصال آب باران جهت مصارف مختلف در گذشته می باشد. اگرچه این روش بطور عمده در مقیاس کوچک مورد استفاده بوده است، اما تعداد طرح های اجرا شده بسیار قابل توجه است. استحصال آب باران بصورت سنتی در نقاط مختلف با اسامی خاص همان منطقه شناخته می شود که از آن جمله می توان به هوتک و خوشاب های سیستان و بلوچستان و یا بندسارهای استان خراسان اشاره نمود. سوابق موجود استحصال آب باران در دنیا نشان می دهد که این روش اول بار در صحرای فلسطین اشغالی با بارندگی متوسط 90 میلیمتر در سال انجام شده و کمک زیادی به تولید علوفه در منطقه نموده است. در استرالیا سطوح آبیگر ناودانی شکل جهت هدایت آب باران به باغات استفاده شده که نتایج آن بصورت دستورالعملی برای تامین آب اضطراری مناطق خشک این کشور در آمده است [33].

سیستم جمع آوری آب باران روشی برای استفاده مطلوبتر از منابع آب باران با هدف افزایش کیفیت و کمیت ذخیره آب در ناحیه گسترش ریشه گیاه می باشد. این سیستم در واقع روشی مصنوعی است که باعث جمع آوری آب باران برای استفاده های کشاورزی و غیره می شود و به طور معمول شامل حوضچه هایی است که بازده رواناب را افزایش می دهد و از این نظر سبب ذخیره آب باران درون حوضچه می شود [34]. سیستم جمع آوری آب باران در ریزحوضه های کشت می تواند آب حاصل از رواناب بارندگی را در ناحیه ریشه گیاه در خاک ذخیره نموده و رشد گیاه را تأمین نماید. این روش بیشتر در مناطق خشک و نیمه خشک به کار می رود. اندازه ریزحوضه ها برای گیاهان مختلف متفاوت است و بین 0/5 تا 1000 متر مربع متغیر است و میانگین بارندگی سالانه هم باید بین 87/5 تا 650 میلی متر باشد [35].

در ریزحوضه های کشت که به شکل لوزی و یا مستطیل است، آب باران درون حوضچه ذخیره شده و به تدریج مورد استفاده گیاه قرار می گیرد. درون ریزحوضه ها فقط یک درخت یا بوته قرار می گیرد و ابعاد ریزحوضه بر اساس معادله های موجود قابل طراحی است. ریزحوضه ها به سادگی قابل ساخت هستند، به طوری که در امتداد شیب زمین پشته هایی به ارتفاع حدود 15 سانتی متر ایجاد شده و به این ترتیب سطح اراضی به حوضچه هایی با ابعاد معین تقسیم می شود. سپس در پایین ترین نقطه هر حوضچه، گودال نفوذی به عمق 30 تا 40 سانتی متر ایجاد شده و یک بوته مانند انگور درون آن کاشت می شود [35].

در یک مطالعه که از این روش برای درختکاری انگور دیم تحت عنوان "هدایت آب حوضه درختان به پای هر درخت" استفاده نمودند که نتیجه آن، افزایش رشد درختان، افزایش محصول و کیفیت آن بوده است [36].

کوثر [37] در مطالعاتی جهت کشت درختان دیم در گردنه قوچک در نزدیکی تهران نشان داد که چنانچه از سطوح آبیگر باران به روش نواری استفاده شود، نیاز آبی درختان به راحتی قابل تامین می باشد.

بنابراین یک راهبرد کلیدی در کشت گیاهان دیم به منظور به حداقل رساندن ریسک نابودی کامل محصولات، تاکید بر سرمایه گذاری روی سامانه های استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی کشت های دیم می باشد [38].

چالش ها برای مدیریت آب در کشت دیم

1- محدودیت منابع

رقابت برای منابع کشاورزی کمیاب، در اغلب موارد محدودیتهای برای معرفی روش های "مدیریت بهبود رطوبت خاک" ایجاد می کند. به عنوان مثال کمبود حیوانات برای شخم به موقع، یکی دیگر از مثال ها عدم وجود کود گاوی کافی به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک است، به عنوان مثال کود گاوی به طور فزاینده در هند به عنوان سوخت یا مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرد و جهت مصارف خاک کمتر استفاده می شود [6].

2- شکاف دانش

اقدامات ساده برای بالا بردن رطوبت خاک، در سطح جامعه به خوبی درک نشده است. این تجربه در بنگال غربی (هند) به دست آمده است. مثال دیگر فقدان دانش در رابطه با روش های شخم است. عملیات های بلند مدت اغلب باید برای رسیدن نوآوری و تکنیک های جدید متوقف بمانند (به عنوان مثال، بهبود نحوه شخم زدن) [6].

3- محدودیت های سیاست گذاری

در سیاست گذاری ها و یا برنامه های توسعه، به اندازه کافی به مدیریت آب سبز (در زراعت دیم)، توجه نمی شود. به طور کلی، این قسمت از مدیریت آب "نقطه کور" محسوب می گردد. در سیاست گذاری ها، توسعه منابع آب آبی (سدها، آب های مورد استفاده برای تولید برق، آب آبیاری) به طور معمول، به خوبی مورد توجه و حمایت مالی قرار می گیرند. بحث در رابطه با بهره وری آب بیشتر بر روی کارایی آبیاری و بهره وری محصول تمرکز دارد و به طور خلاصه شده می توان گفت "محصول بیشتر به ازای هر قطره آب". اهمیت مدیریت آب سبز و عواملی که آن را

هدایت می کنند و ساز و کار بهبود آن، به خوبی درک نشده است. توسعه کشاورزی کمک زیادی در این خصوص نموده است، اما خدمات گسترده به طور کلی ضعیف هستند [6].

4- روش IFAD¹

در روش مدیریت IFAD، آب یک موضوع مرکزی نیست، اما به عنوان یک عنصر کلی و انعطاف پذیر در تقویت معیشت مردم فقیر روستایی، به عنوان عامل بسیار تاثیر گذار در نظر گرفته شده است. در روش های سرمایه گذاری IFAD، مدیریت بین شاخه ای آب، در بخش ساختارهای خاص کشور در رابطه با اقتصاد روستایی قرار می گیرد. در انجام این کار، آنها توسط موسسات اجتماعی "مدیریت منابع طبیعی"²، از بهبود وضعیت معیشت قشر فقیر حمایت می کنند که به نوبه خود به بهبود کشاورزی و فناوری های منابع طبیعی و به اشتراک گذاشتن دانش دستاوردهای این دو باز می گردد. با توجه به مدیریت آب سبز، برخی روش ها وجود دارند که می توانند تفاوت قابل توجهی در امنیت غذایی به وجود آورند که هر روش در چارچوب محلی خود عمل می کند [6].

الف- روش های رسمی و سازمانی

- تقویت خدمات توسعه محلی و سایر روش های حاصل از نوآوری های کشاورزی از جمله اولویت بندی شخم حفاظتی، حفاظت از آب در مزرعه، فعالیت های مالچی و کودی در مناطق وابسته به کشاورزی دیم.
- به وجود آوردن درک محلی از شیوه های حفاظت از آب و رطوبت به منظور شناسایی طیف وسیعی از اقدامات که می تواند باعث بهبود بخشی رطوبت خاک در مقیاس بزرگ و نهادینه کردن درک این مسئله در مراکز آموزش محلی شوند [6].

ب- روش های فنی

- معرفی تکنیک های بهبود مدیریت رطوبت از جمله شخم حفاظتی، مالچ و حفاظت از آب در مزرعه.
- توسعه فن آوری های مشارکتی در مناطق فوق: شامل حضور نزدیک کشاورزان در گسترش اصلاح و بهبود تکنیک ها و فعالیتهای کشاورزی، تا به حداکثر رساندن ارتباط و مقبولیت.
- ایجاد درک بهتر از بهره وری آب سبز در میان متخصصان و تصمیم گیرندگان، که توسط موارد قابل مشاهده روشن و شواهد قانع کننده انجام می گردد [6].

ج- روش های سرمایه گذاری

- سرمایه گذاری در نیروی کششی مورد نیاز: به صورت استفاده از حیوانات یا مکانیکی، به منظور بهبود روش های مدیریت رطوبت.
- سرمایه گذاری در اقدامات کنترلی، برای نگهداری و زهکشی آب، که رطوبت خاک را در یک منطقه بزرگتر بهبود بخشد، برای مثال خندقها اتصال، زهکشی کنترل شده و سدهای زیر سطحی و شن و ماسه ای.
- سرمایه گذاری کاوشی برای تولید مالچ و کمپوست از زباله های شهری و صنعتی و تبدیل آنها به محصولات کشاورزی مفید [6].

منابع

- [1] دراجی، س.س، گلچین، ا. احمدی، ش، 1389. "تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپرچاذب (Superab A₂₀₀) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی"، نشریه آب و خاک، علوم و صنایع کشاورزی، 24 (2): صفحه 306-316.
- [2] اله دادی، ا. مؤذن قمصری، ب. اکبری، غ.ع، 1385. "بررسی کاربرد پلیمرهای سوپرچاذب به عنوان راهکاری مهم در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاهان زراعی"، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، صفحه 153-175.
- [3] یزدانی، ف. اله دادی، ا. اکبری، غ.ع، بهبهانی، م.ر، 1386. "تأثیر مقادیر پلیمر سوپرچاذب (Tarawat A₂₀₀) و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max L.*)"، پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 75.
- [4] Forooghi, F., Mohsenkhani, A., and Karimi, M., 2006. "Investigation the circumstance of Fassarud (Darab County, Fars province) region water recourses in resent drought". payam-e-ab publication, 4: 26. 65-68. (in Persian).
- [5] انتصاری، م.ر، حیدری، ن، خیرابی، ج، علایی، م، فرشی، ع.ا.، وزیری، ژ، 1386. "کارایی مصرف آب در کشت گلخانه ای. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران".

[6] Di Dono, P., 2009. "Managing green water: Soil moisture management". IFAD: *International Fund for Agricultural Development*, Rome, Italy.

[7] Tenkinel, O.R., Kamber., Yazar, A., and Ozekeei., 1992. "Drought conditions and supplemental irrigation in Turkey". *In international conference on supplementary irrigation and drought water management*. Volume 1. Sep. 27-oct. 2. Bari. Italy.

¹ - International Fund for Agricultural Development

² - NRM

- [8] کریمی، ا، نادری، م، 1386. "بررسی اثرات کاربرد پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت علوفه ای در خاکهای با بافت مختلف"، پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد هفتم، شماره سوم.
- [9] Panda, R.K., Behera, S.K., and Kashyap, P.S., 2004. "Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions". *Agric. Water Manage.* 66: 3. 181-203.
- [10] Sayer, M., and Riordan, T., 2000. "Climate change, water management and agriculture. Center for social and economic research on the global environment". University of east Angelia and university collage, London.
- [11] شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، 1382. "کارایی اقتصادی آب و اصلاح الگوی کشت. معاونت برنامه ریزی دفتر اقتصاد آب"، کد گزارش 113-09-82-د.
- [12] سلامت، ع، توکلی، ع، 1378. "اصول آبیاری بارانی"، ناشر درج.
- [13] Forrest, T.I., 2002. "Principles of on-farm water management". Florida cooperative extension services, Institute of food and agriculture sciences, University of Florida. On line available on: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- [14] El-Hady, O.A., and Wanas, Sh.A., 2006. "Water and fertilizer use efficiency by cucumber grown under stress on sandy soil treated with acrylamid hydrogels". *J.App.Sci.Res.* 2(12):1293- 1297.
- [15] Monnig, S., 2005. "Watter saturated super- absorbent polymers used in high strength concrete". *Otto- Graf- Journal.* 3. Vol. 16.
- [16] Widiastuti, N., Wu, H., Ang, M., and Zhang, D.K., 2008. "The potential application of natural zeolite for greywater treatment". *Des alienation.* 218: 271- 280.
- [17] Wu, L., Liu, M Z., and Liang, R., 2008. "Preparation and properties of a double-coated slowrelease NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention". *Bioresource Technology* 99: 547-554.
- [18] Huttermann. A., Zommorodi. M., and Reise, K., 1999. "Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedling subjected to drought". *Soil and Tillage Reaserch.* 50: 295-304.
- [19] گنجی خرمدل، ن، 1381. "تاثیر سوپرجاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک"، سومین دوره تخصصی آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران.
- [20] Al -Harbi, A.R., 1999. "Efficacy of a hydrpohilic polymer declines with time in greenhouse experiments. *Hortscience*". 34(2):233- 244.
- [21] Martyn, W., and Szor, P., 2001." Influence of superabsorbents on the physical properties of horticultural substrates". *Int. Agrophysics.* 15:87-94.
- [22] Akhtar, J., Mahmood, K., Malik, K.A., Ahmad, A., M. and Igbal, M.M., 2004. "Effect of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea". *Plant, Soil and Environment.* 50(10): 463-469.
- [23] Arbona, V., Iglesias, D.J., Jacas, J., Primo- Millo, E., Talon, M., and Gomez-Cadenas, A., 2005. "Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants". *Plant and soil.* 270(1):73 – 82.
- [24] Henderson, J .C., and Hensley, D.L., 1986. "Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid". *Hort science.* 21(4): 991 –992.
- [25] بهبهانی، م، اسدزاده، ع، جبلی، ج، 1384. "ارزیابی تاثیر هیدروژلهای سوپرجاذب و تیمارهای کم آبیاری در نگهداری عناصر غذایی در بسترهای کشت هیدروپونیک"، دوره تخصصی آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران.
- [26] Anupama, M.C. Singh Kumar, R., Parmar, B.S., and Kumar, A., 2005. "Performance of a new superabsorbent polymer on seedling and post planting growth and water use pattern of chrysanthemum grown under controlled environment". *Acta Hort.* 742:43-50.
- [27] Syvertsen, J.P. and Dunlop, J.M., 2004. "Hydrophilic gel amendements to sand soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedling". *Hort science.* 39(2):267 – 271.
- [28] کریمی، ا، 1372. "بررسی تاثیر ماده اصلاحی ایگیتا بر روی برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و رشد گیاه"، رساله کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، 196 ص.
- [29] طباطبایی یزدی، ج، حقایقی مقدم، س. ا، قدسی، م، افشار، ه، 1389. "استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی گندم دیم در منطقه مشهد"، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 24، شماره 2، ص 198-207.
- [30] Laura, R., 2004. "Water farms: a review of the physical aspects of water harvesting and runoff enhancement in rural landscapes". CSIRO Land and Water, Canberra ACT, Technical Report 04/6.
- [31] Qiang, Z., Yuanhong, L., and Manjin, C., 2006. "Effect of low-rate irrigation with rainwater harvesting system on the dry farming". *The 2nd International RWHM Workshop, IWA 5th world water congress and exhibition*, Beijing, china.
- [32] Short, R., and Lantzke, N., 2006. "Increasing runoff from roaded catchments by chemical application". Department of Agriculture and Food, Western Australia, Project Number: RT 03/20-4.
- [33] Tavakoli, A R., 2002. "Optional management of single irrigation on dry land wheat farming". *J. Agric. Eng. Res.* 2(7):41-51. (in Persian).

- [34] Brooks, K.N., Folliott, P.F., Gregersen, H.M., and Thames, J.L., 1991. "Hydrology and the Management of Watersheds". Iowa State Univ. Press, Ames.
- [35] Sepaskhah, A.R., Kamgar-Haghighi, A.A., and Moosavi, S.S.A., 1992. "Evaluation of hydrological parameters for design of microcatchment water harvesting in a semi-arid climate". *Iranian Journal of Science and Technology*. 16: 105-116.
- [36] Sepaskhah, A.R. and Kamgar Haghighi A.A., 1989. "Study on runoff harvesting system for dryland grapes". Final report research project. No. 18-297-AG-60. (in Persian).
- [37] Kosar A., 1986. "Application of tar in rainfed tree cultivation and runoff effect on success and growth of Acacia, cypress silver and ash". Publication No. 43-1364, Research Institute of Forests and Rangelands (in Persian).
- [38] Rockstrom J.L., Karlberg S.P., Wani, J., Barron, N., Hatibu., 2009. "Managing water in rainfed agriculture- The need for a paradigm shift". *Agric. Water Manage.* 87(4):543-550.