



استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی

مطالعه موردی: طرح زهکشی و شورورزی 280000 هکتاری استان گلستان

افراسیاب میرزایی¹، امین ² محمد رضا ³ سیاوش تاتلاری⁴، رمضانعلی الوند⁵

¹ مدیر طرحهای آبیاری و زهکشی، شرکت آب منطقه ای گلستان، گلستان، ایران.

² کارشناس طرحهای آبیاری و زهکشی، شرکت آب منطقه ای گلستان، گلستان، ایران.

³ مدیر طرح زهکشی استان گلستان، شرکت آب منطقه ای گلستان، گلستان، ایران.

⁴ مدیر مطالعات زهکشی 280 هزار هکتاری استان گلستان، شرکت مهندسين مشاور مهتاب قدس، تهران، ایران.

⁵ مدیر طرحهای توسعه منابع آب، شرکت آب منطقه ای گلستان، گلستان، ایران.

*تلفن نویسنده اصلی: 09124674522، پست الکترونیکی: siavash.tat@gmail.com

چکیده

رشد روزافزون جمعیت و به دنبال آن نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر از یک طرف و محدودیت منابع خاک و آب مناسب کشاورزی از سویی دیگر، لزوم بهره‌برداری از منابع پایه نامتعارف را به عنوان گامی مهم در افزایش تولید و بهبود وضعیت اقتصادی - اجتماعی مطرح می‌کند. منابع نامتعارف مهم خاک و آب شامل اراضی شور، بیابان‌ها، پساب‌ها (پساب‌های کشاورزی، شهری و صنعتی)، زه‌آب‌های شور کشاورزی و منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی می‌باشد. با توجه به مجموعه مطالعات و بررسی‌های انجام شده، اجزاء مختلف طرح زهکشی اراضی شمال گرگانرود و قره‌سو واقع در استان گلستان به وسعت 280 هزار هکتار طرح زهکش‌های زیرزمینی با وسعت 239819 هکتار، طرح حوضچه‌های مرکزی جمع‌آوری زه‌آب در 1557 هکتار، طرح کشت و صنعت شورورزی در سطح 14000 هکتار، طرح‌های استحصال آب جهت توسعه جنگل زراعی و احیاء مراتع در سطح 50000 هکتار، امکان احداث حوضچه‌های خورشیدی در سطح 202 هکتار با تولید برق به میزان حداکثر 14 مگاوات، طرح حوضچه‌های پرورش ماهی تیلپا، میگو و انامی و جلبک در سطح 2694 هکتار، طرح کنترل و استفاده بهینه از سیلاب رودخانه‌های گرگانرود و قره‌سو و تثبیت سواحل، طرح اصلاح زهکش‌های روباز اصلی منطقه با استفاده از تلفیق روش‌های مهندسی زیستی خاک و سازه‌ای است. هزینه کل احداث اجزاء سیمای طرح 18836 میلیارد ریال برآورد شده (در ناحیه I الی III به ترتیب معادل 11972/5 و 4578/6 میلیارد ریال) است.

کلید واژه: توسعه پایدار، زهکشی، شورورزی.

1- مقدمه

رسالت مهم بخش کشاورزی تأمین‌ها و ارتقاء امنیت غذایی در عین حفاظت از پایداری منابع می‌باشد. آمارنامه سال زراعی 93-1392، مجموع برداشت آب از منابع سطحی و زیرزمینی کشور طی سال 1393 حدود 96 میلیارد مترمکعب بوده است. بیش از 92 درصد آب استحصالی کشور به مصرف کشاورزی می‌رسد، که نشان از مدیریت



نامطلوب عملیات آبیاری در سطح کشور دارد [1]. با توجه به ضرورت پیش‌بینی سهمی برای محیط زیست و گسترش شهرنشینی و توسعه بخش صنعت، در آینده حجم آب بیشتری به این سه بخش اختصاص خواهد یافت. از این رو، درصد تخصیص آب به بخش کشاورزی به تدریج کاهش خواهد یافت. این در شرایطی است که علاوه بر کمبود آب و توزیع نامناسب آن، آبهای با کیفیت مطلوب نیز در محدود بوده و در دهه‌های آینده جمعیت کشور به مرز 100 میلیون نفر خواهد رسید. بخش عمده‌ای از این کمبود باید با بهبود مدیریت و بهره‌وری از منابع آب و خاک کشور، افزایش بازده مصرف آب و ارتقاء توانمندی‌های ژنتیکی گیاهان کشاورزی تأمین شود. اما میزان کمبود آب در دهه‌های آینده به حدی است که رویکردهای فوق به تنهایی نمی‌تواند، نیازها را تأمین نموده و امنیت غذایی را برقرار سازد. از سوی دیگر شوری خاک از مهمترین عوامل محدودکننده کشت در کشور است، به طوری که ایران از نظر وسعت زمین‌های شور در رده سوم آسیا و پنجم جهان قرار دارد. طبق گزارش IPCC، دمای هوای کشور در دوره زمانی 2029-2010 میلادی بین 0/5-1/5 درجه گرم‌تر خواهد شد و در کل سطح کشور میزان بارش سالانه به میزان 9 درصد کاهش می‌یابد. کاهش مقدار بارش سالانه در استان‌های واقع در امتداد رشته کوه زاگرس، غرب کشور و سواحل جنوبی و شرقی دریای خزر در حالی است که آستانه بارش‌های با دوره 5 ساله (بارش‌های سنگین) و 15 ساله (بارش‌های خیلی سنگین) در این استان‌ها 13 و 39 درصد افزایش می‌یابد. بنابراین، در دهه‌های آینده شاهد افزایش رخدادهای بیابان‌زایی و وقوع سیل خواهیم بود [2]. با توجه به گسترش خاک‌های شور، کمبود منابع آب شیرین، تغییر اقلیم، بیابان‌زایی، فرسایش خاک و سیلاب‌های مکرر که در تقابل با رشد جمعیت، شرایط امنیت غذایی و محیط زیست را در چند دهه آینده با چالش‌های جدی مواجه می‌سازد، چاره چیست؟ به منظور حفظ و ارتقاء امنیت غذایی کشور تولید محصولات با کشت گیاهانی که دارای ویژگی‌های زیر باشند، ضروری است.

- نیاز آبی کم
- تولید ماده آلی (زیست توده)
- متحمل به تنش شوری
- های محیطی مانند خشکی و ماندابی

شرکت آب منطقه‌ای گلستان در راستای سیاست‌های توسعه پایدار، افزایش عملکرد اراضی زراعی (آبی و دیم) و تولیدات دامی، جلوگیری از توسعه شوره‌زارها، کنترل بیلان نمک، اصلاح سیستم‌های زهکشی سطحی و زیرزمینی موجود، توسعه روش‌های زهکشی و افزایش سطح زیر کشت بر پایه استفاده از منابع آب شور را با هدف بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، جزء برنامه‌های مطالعاتی و اجرایی خود قرار داده و مطالعات مذکور را به شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس واگذار نمود. با توجه به وسعت محدوده مطالعاتی، این طرح در قالب طرح‌های جامع و راهبردی استان طبقه‌بندی شده و ضمن پیروی از مدیریت همگن، آمایش سرزمین را از دیدگاه مسائل زهکشی مد نظر قرار دهد. به عبارت ساده‌تر باید طرح‌های زهکشی و پروژه‌های جنبی مربوطه، آن استفاده را از سرزمین به عمل آورد که ویژگی‌های طبیعی (اکولوژی) سرزمین دیکته می‌کند و سپس این ویژگی‌ها را با نیازهای اقتصادی و اجتماعی خود وفق دهد. توسعه پایدار و بهبود شرایط موجود زمانی محقق می‌شود که بین شرایط طبیعی موجود و فعالیت‌های انسانی و مدیریت منابع آب تعادل منطقی برقرار گردد.



2- موقعیت و سیمای محدوده طرح

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات کشوری در استان گلستان واقع شده و از شمال به رودخانه اترک و مرز ترکمنستان، از جنوب به رودخانه‌های قره‌سو و گرگانرود، از شرق به شهر گنبد کاووس و از غرب به دریای خزر محدود می‌شود. وسعت محدوده مطالعات مرحله اول زهکشی اراضی شمال قره‌سو و گرگانرود 280000 هکتار بوده که موقعیت آن در شکل شماره (1) ارائه شده است.

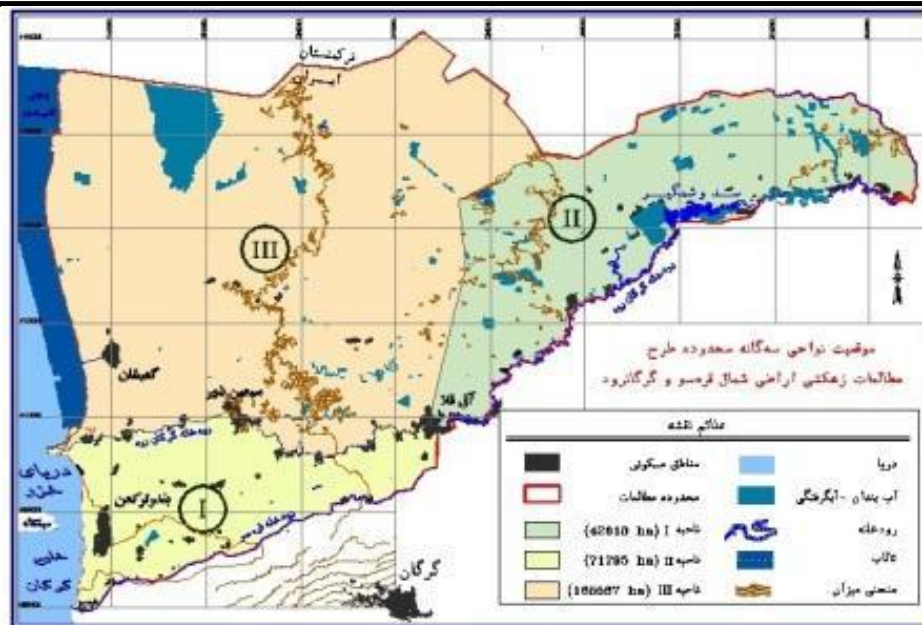


شکل شماره (1): محدوده مطالعات مرحله اول زهکشی اراضی شمال قره‌سو و گرگانرود به وسعت 280000 هکتار.

بر مبنای مجموعه مطالعات و ارزیابی‌های انجام شده، کل محدوده طرح به سه ناحیه مجزا گردید. در جدول شماره (1) و شکل شماره (2) مساحت و موقعیت این نواحی ارائه شده است.

جدول شماره (1): مساحت و موقعیت نواحی سه‌گانه محدوده طرح.

نام ناحیه	مساحت (هکتار)	درصد
ناحیه I	۴۲۶۱۸	۲۲/۱۵
ناحیه II	۷۱۷۹۵	۲۵/۶۴
ناحیه III	۱۶۵۵۸۷	۵۹/۱۴
کل محدوده طرح	۲۸۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰



شکل شماره (2): مساحت و موقعیت نواحی سه گانه محدوده طرح.

اقلیم در محدوده مطالعات تحت الشعاع عوامل جغرافیایی همچون مجاورت با دریای خزر در غرب، محصور بودن بارندهای البرز در جنوب، اثر هدایتی جریانهای جوی سلسله کوههای شمال خراسان در حوضه آبریز اترک و مجاورت با مناطق پست ترکمنستان در شمال، قرار دارد. به گونه‌ای که اقلیم در نواحی غربی (حاشیه مجاور دریای خزر) و جنوب و جنوب غربی عمدتاً نیمه مرطوب معتدل بوده و با گذر از نواحی غربی به سمت مرکز و شرق (آق‌قلا و گنبد کاووس) محدوده طرح، اقلیم نیمه مرطوب معتدل به نیمه خشک معتدل تبدیل شده و در نواحی شمالی و مرزی (اینچه‌برون) به نوع خشک معتدل تغییر می‌یابد. متوسط میزان ریزشهای جوی بین 339-466 میلی‌متر متغیر بوده و متوسط دمای سالانه بین 17/3-18/0 درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. محدوده مطالعات در حوضه آبریز دریای خزر واقع شده و بخشی از زیر حوضه رودخانه‌های اترک، گرگانرود و قره‌قرو را در بر می‌گیرد. این رودخانه‌ها منابع آب محدود مطالعاتی را تامین می‌کنند. میانگین آورد دراز مدت سالیانه رودخانه گرگانرود در ایستگاه بصیرآباد قبل از ورود به دریای خزر 14/14 مترمکعب در ثانیه، رودخانه قره‌سو در ایستگاه سیاه‌آب 1/97 و رودخانه اترک در ایستگاه چات‌مشترک 13/02 مترمکعب در ثانیه گزارش شده است. بررسی کیفیت آب از لحاظ کشاورزی نشان می‌دهد که آب رودخانه‌های محدوده طرح در نواحی ابتدایی حوضه‌ها مناسب بوده و با گذر از دشت و در مناطق خروجی که عمدتاً نواحی تبخیری نیز می‌باشند و در فصل تابستان با توجه به کاهش میزان جریان و ادغام با جریان‌های آب زیرزمینی، تنزل کیفی می‌یابد. آبخوان در محدوده مطالعاتی طرح در حد فاصل بین دریای خزر و در ادامه مرز ایران و ترکمنستان در شمال و حد دشت گرگان و ارتفاعات جنوبی مشرف بر آن قرار دارد. عمق سطح آب زیرزمینی در محدوده طرح بالا بوده و روند کلی آن شرقی - غربی است که عمق آن از جنوب به سمت شمال کاهش می‌یابد. با توجه به بالا بودن سطح آب زیرزمینی در محدوده مطالعاتی، گستره‌های تبخیری دارای وسعت قابل توجهی می‌باشد. کیفیت آب زیرزمینی در محدوده جنوب دشت گرگان خوب بوده و در نواحی مجاور دریای خزر و شمال دیوار بکندر (نواحی تبخیری) کلاس کیفی آن



تنزل شدیدی می‌باشد. بر اساس مشخصات منابع موجود تا سال 1386، مجموع تخلیه چاهها در محدوده مطالعاتی حدود 47 میلیون مترمکعب در سال برآورد گردیده است [3].

بررسی نتایج مطالعات طبقه‌بندی اراضی محدوده طرح نشان می‌دهد که 77/16 درصد اراضی در کلاس‌های V و VI قرار داشته و فقط 14/38 درصد اراضی در کلاس‌های I الی III هستند. ارزیابی خصوصیات خاکهای منطقه طرح نشان می‌دهد که عمده‌ترین محدودیت‌های موجود شامل شوری و قلیائیت، سطح آب زیرزمینی (سفره سطحی) و گیری (شکل شماره 3) می‌باشد. وجود غلظت بالای املاح و یا مقادیر بالای درصد سدیم تبدلی در بخش اعظمی از خاکهای محدوده طرح، موجب کاهش عملکرد محصولات کشاورزی شده و سطح آب زیرزمینی کم عمق که ناشی از زهکشی ضعیف اراضی زه‌دار است، از جمله عوامل تشدید شوری قسمت‌های سطحی خاک به شمار می‌آید. نامناسب و سطح آب زیرزمینی بالا، فقدان خروجی مناسب به همراه عدم تهویه کافی ناحیه رشد ریشه گیاهان، موجب کاهش حاصلخیزی اراضی کشاورزی و سیر قهقرایی مراتع گردیده است [3].



شکل شماره (3): تصاویری از محدودیت‌های شوری، زهکشی و سیلگیری در محدوده طرح.

بر اساس نتایج حاصل از مطالعات کاربری اراضی از مجموع کل اراضی محدوده طرح به وسعت 280000 هکتار، اراضی کشاورزی سطحی حدود 131819 هکتار (47/07 درصد) را به خود اختصاص داده است. اراضی زراعی فاریاب سطحی بالغ بر 46238 هکتار (16/51 درصد)، باغات حدود 338 هکتار (0/12 درصد) و اراضی دیم سطحی معادل 85243 هکتار (30/44 درصد) را تشکیل می‌دهند. بقیه اراضی شامل اراضی غیر زراعی است که تحت عناوین مرتع و شوره‌زار، اراضی مسکونی، بایر، تأسیسات، آب‌بندان‌های زراعی و پرورش ماهی، اراضی مانداب و زه‌دار و سایر اراضی مشخص شده و سطحی را بالغ بر 148181 هکتار (52/92 درصد) خود اختصاص داده‌اند. براساس آمار و اطلاعات حاصله گندم، بیشترین وسعت اراضی آبی (حدود 66 درصد) و جو بالاترین سطح زیر کشت دیم منطقه (معادل 62/4 درصد) را به خود اختصاص داده‌اند. محدودیت‌های شوری و زهکشی منابع آب و خاک منطقه مورد مطالعه موجب گردیده که تناوب زراعی از تنوع لازم، برخوردار نباشد. مطالعات میدانی و اطلاعات جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که چرخه اصلی تناوب بر پایه گندم و جو بوده و عملکرد محصولات با توجه به افزایش شوری به ویژه در اراضی دیم، دارای روند کاهشی است.

با توجه به عمق رودخانه‌ها در محدوده طرح، شکل سنتی انحراف آب و انهوار خاکی وجود نداشته و بهره‌برداری آب صرفاً در کانالهای آبیاری شبکه و شمشیر مشاهده می‌گردد. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده کل آب مصرفی در محدوده مطالعاتی بالغ بر 299/62 میلیون مترمکعب در سال بوده که از این میزان، 13 درصد از چاهها، 54/7 درصد از منابع سطحی، 27/3 درصد از آب‌بندان‌ها و 5/4 درصد از آب‌های برگشتی و استفاده مجدد تأمین



گردد. بر اساس نتایج حاصل از مطالعات زهکشی، 218480 هکتار (78 درصد) از اراضی محدوده طرح دارای مشکلات شدید زهکشی و شوری بوده و در اولویت اول زهکشی قرار دارند [3].

3- مواد و روشها

در سیمای زهکشی محدوده طرح، موارد زیر به عنوان اصول اولیه و زیربنایی همواره مد نظر قرار گرفته است:

- ارتقاء امنیت غذایی با در نظر گرفتن نیاز نسل‌های آینده
- بهبود و حفاظت از منابع پایه اکوسیستم
- حفاظت از تنوع زیستی گاهی و جانوری
- قابلیت پذیرش از سوی جامعه
- سودآوری اقتصادی کوتاه و بلند مدت
- بهبود معیشت و سطح زندگی اجتماعی
- قابلیت اجرایی طرح و هزینه‌های کم بهره‌برداری و نگهداری

به طور کلی آلودگی حاصل از انتقال املاح و زه‌آبهای کشاورزی، معمولاً نقطه‌ای نبوده و آثار آن به سطح چکی محدود نمی‌گردد. بلکه فرآیند انتقال املاح از طریق انتقال زه‌آب به دریا، تالابها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، دارای دامنه‌ای وسیع از اثرات ثانویه مخرب بر منابع آب و محیط زندگی طبیعی ست. همچنین، آلاینده‌های ناشی از دفع زه‌آبها نیز محدود به املاح نبوده بلکه طیف وسیعی از آلاینده‌های شیمیایی و بیولوژیک را شامل می‌گردد. بنابراین، دفع زه‌آبها و املاح اضافه در محیط طبیعی به ویژه با توجه به مجاورت تالاب بین‌المللی گمیشان، دریای خزر و خلیج گرگان و نیز منابع آب محدود و بسیار ارزشمند منطقه، مستلزم اعمال تمهیدات خاص نظیر توسعه روش‌های زهکشی دوستدار محیط زیست مانند زهکشی زیستی، زهکشی کنترل شده، زهکشی خشک، هدایت و تجمع املاح در حوضچه‌های بسته (Ponds) روش‌های گیاه‌بالایی، شورورزی و ترسیب کربن، تغییر مبانی طراحی شامل کاهش عمق کارگذاری زهکش‌های زیرزمینی، روش‌های توانبخشی و احیاء زهکشی داخلی خاک با اعمال روش‌های خاکورزی و بهسازی سیستم‌های زهکشی زیرزمینی موجود می‌باشد. رویکردهای مورد نظر در سیمای طرح زهکشی و اصلاح اراضی محدوده طرح شامل تلفیقی از روش‌های زیر می‌باشد:

• روش‌های سنتی زهکشی (Conventional Drainage Techniques):

- زهکشی سطحی
- زهکشی زیرزمینی افقی
- زهکش‌های لانه لانه

• رویکردهای نوین زهکشی (New Drainage Approaches):

- زهکشی کنترل شده (Controlled Drainage)
- زهکشی زیستی (Biodrainage)
- شورورزی (Haloculture)



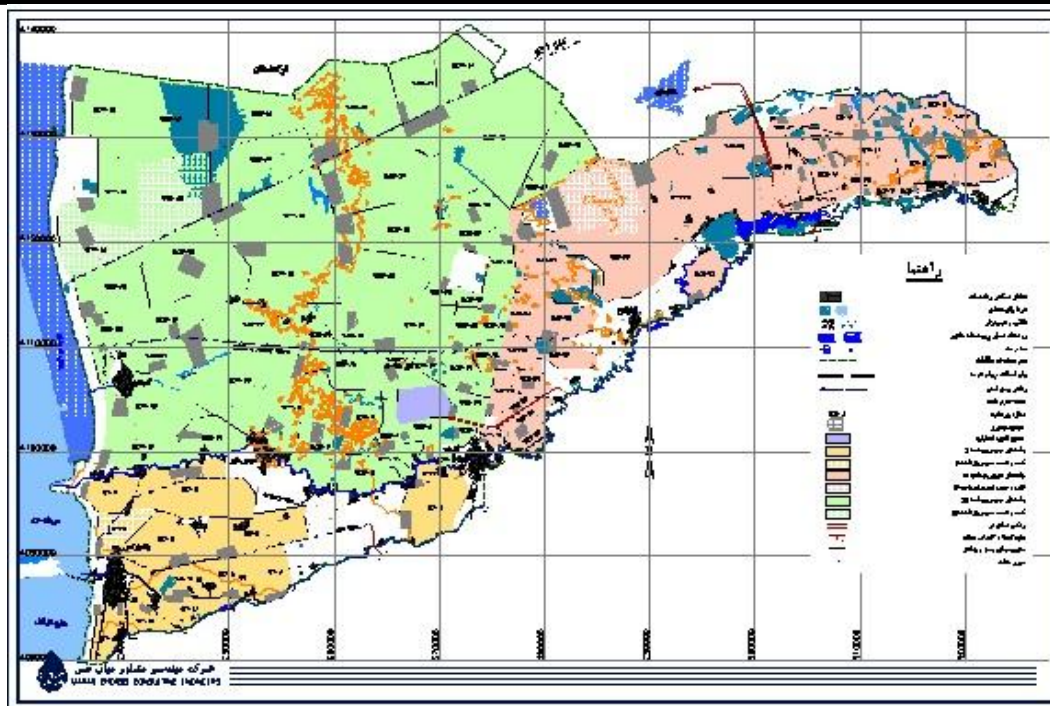
- زهکشی خشک (Dry Drainage)
- شتاب‌دهنده‌های تبخیر (Evaporation Accelerators)
- گیاه‌پالایی (Phytoremediation)
- (Carbon Sequestration) سیلاب و روپکردهای کاهش خسارات سیلاب و استفاده از رواناب سطحی شامل:
- - سیلاب (Water Spreading)
 - بهسازی آبراهه (Channel Improvement)
 - انحراف سیلاب (By - Pass Floodways)
 - اراضی ویژه ذخیره سیلاب (Flood Storage Areas)
 - روش‌های استحصال آب (Water Harvesting)
- روپکردهای اصلاح و بهسازی اراضی:
- اصلاح فیزیکی
- اصلاح شیمیایی
- اصلاح بیولوژیکی
- روش‌های ترکیبی

بدون زهکشی (مکان‌پذیر نبوده و به واسطه تجمع املاح، مراتع تخریب خواهند شد. این است که بتوان
نحوی پذیرش، بیولوژیکی اجتماعی از تولید مواد غذایی و فواید حاصل از زیست سالم تعادل برقرار کرد.
بررسی نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های خاک و آب زیرزمینی (سفره سطحی) ایستگاه‌های مطالعات پایه زهکشی طی دوره
پایش یکساله نشان می‌دهد که در ماه حداقل خیزش سطح ایستابی، 91 درصد اراضی دارای شوری آب زیرزمینی بیش از
20 dS/m دسی‌زیمنس بر متر هستند. در نواحی شمالی و مجاورت کانال آلاگل شوری آب زیرزمینی در اعماق سطح
خاک حدود 185 dS/m بوده که 10 برابر شورتر از آب دریای خزر می‌باشد. جمع‌بندی کلی مطالعات محدوده طرح
نشان می‌دهد که 77/07 درصد (معادل 215808 هکتار) اراضی، با مشکلات عدیده شوری و سدیمی بودن خاک مواجه
بوده و 11/60 درصد اراضی (32489 هکتار) دارای محدودیت متوسط است. این در حالی است که فقط 2/86
درصد اراضی (8007 هکتار) دارای محدودیت کم و یا بدون مشکلات شوری و قلیائیت گزارش گردیده‌اند. از سوی
دیگر بررسی نتایج مطالعات پایه زهکشی نشان می‌دهد که در ماه حداکثر خیزش سطح ایستابی حدود 65/3 درصد
ارضی (182821 هکتار) در محدوده عمق آب زیرزمینی کمتر از 1/5 متر قرار دارند که این مقدار در ماه حداقل (آذر)
0/12 درصد تنزل می‌باشد. این تفاوت چشمگیر نوسانات سطح آب زیرزمینی مبین اثر گسترده بارش‌های زمستانه در
صعود سطح ایستابی بوده که به واسطه پتانسیل ضعیف زهکشی داخلی خاک، تبخیر شده و مشکلات شوری و قلیائیت
ارضی را تشدید می‌کند. بعد از دسترسی به آب آشامیدنی، تامین غذا اصلی‌ترین اولویت است. فعالیت‌های کشاورزی هم
عامل و هم قربانی آلودگی آب می‌باشد. عامل آلودگی به واسطه انحلال سموم و کودهای شیمیایی در بارش فصلی و یا
آب آبیاری و انتقال آن به منابع آب سطحی و یا زیرزمینی و قربانی آلودگی به دلیل انتقال آب‌های آلوده حاصل از



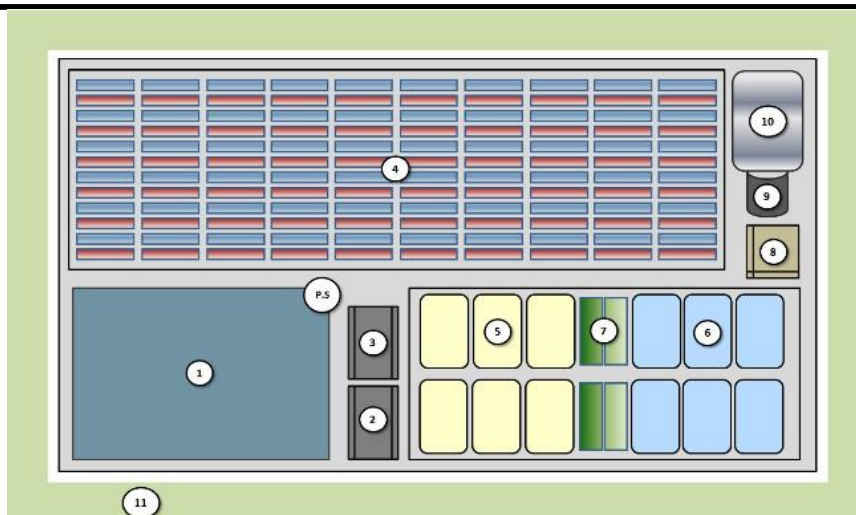
پساب‌های شهری و روستایی به اراضی کشاورزی، مطرح می‌شود. چنانچه زه‌آب‌ها، روضه‌های دارای آب‌ندی مؤثر در کف و دیواره‌ها منتقل گردند، قابلیت استفاده سودآور در فعاله‌هایی از قبیل حوضچه‌های جمع‌آوری نمک، پرورش آرتمیا، ماهی تیلاپیا، میگو و انامی، جلبک و یا حوضچه تولید انرژی گرادیان نمک را خواهند داشت. در مطالعات و بررسی‌های انجام شده، اجزاء مختلف طرح زهکشی اراضی شمال گرگانرود و قره‌ (شکل شماره 4) شرح زیر می‌باشد:

- طرح زهکش‌های زیرزمینی شامل زهکشی زیرزمینی سنتی، زهکشی زیستی، زهکشی کنترل شده، زهکشی خشک و زهکشی لانه موشی، در 101 زیر ناحیه با وسعت 239819 هکتار.
- طرح روضه‌های مرکزی جمع‌آوری زه‌آب در سطح 1557 هکتار در راستای حفاظت از محیط زیست و تحت از نشر آلودگی‌های غیرنقطه‌ای.
- طرح کشت و صنعت شورورزی در سطح 14000 هکتار (تولید گیاهان شور دوست) با هدف تولید علوفه، دانه روغنی و توسعه کشت گیاهان دارویی با آبیاری متناوب شور و شیرین و آبیاری دائم با آب شور.
- طرح‌های استحصال آب (Water Harvesting) لت توسعه جنگل زراعی و احیاء مراتع در سطح 50000 هکتار با استفاده از توان اکولوژیک منطقه در راستای اصلاح و بهسازی خاک‌های شور و سدیمی، تولید چوب، احیاء مراتع، توسعه دامداری و کنترل رواناب و فرسایش خاک.
- امکان احداث حوضچه‌های خورشیدی (Solar Ponds) در سطح 202 هکتار با تولید برق به میزان حداکثر 14 مگاوات بر اساس حوضچه‌های گرادیان نمک و توربین‌های سیکل رانکین طرح روضه‌های جمع‌آوری نمک و پرورش آرتمیا در سطح 7008 هکتار در راستای استفاده مفید از زه‌آبهای شور و تولید غذای واحدهای پرورش آبزیان و نمک صنعتی مورد نیاز واحد پتروشیمی گلستان در فرآیند تهیه کود شیمیایی.
- طرح حوضچه‌های پرورش ماهی تیلاپیا، میگو و انامی و جلبک در سطح 2694 هکتار در راستای استفاده مفید از زه‌آبهای شور و افزایش تولید آبزیان و علوفه دام.
- طرح کنترل و استفاده بهینه از سیلاب رودخانه‌های گرگانرود و قره‌سو و تثبیت سواحل.
- طرح اصلاح زهکش‌های روباز اصلی منطقه شامل زهکش آلاگل، زهکش سقرتپه، زهکش گمیش
- زهکش بصیرآباد، زهکش قارقی (ناردالی)، زهکش قره‌گیله، زهکش اورکت حاجی و زهکش‌های روباز ساحل راست و شمگیر و مزرعه نمونه ارتش با استفاده از تلفیق روش‌های مهندسی زیستی خاک (Soil Bioengineering) و سازه‌ای.



شکل شماره (4): سیمای طرح پیشنهادی و موقعیت واحدها و کشت و صنعت‌های شورورزی در نواحی سه گانه محدوده طرح.

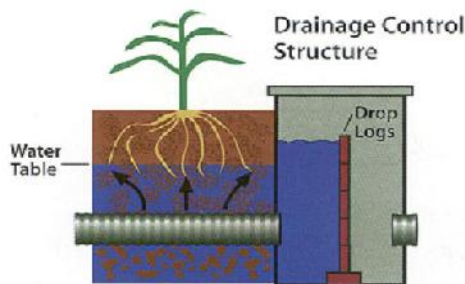
در شکل شماره (5) نمایش شماتیک استخرهای مرکزی، جمع‌آوری نمک و پرورش سیست و بیوماس آرتمیا، ماهی تیلپیا، میگو و انامی، جلبک، حوضچه خورشیدی (استخر گرادیان نمک) در یک واحد جمع‌آوری زه آب ارائه شده است. محدودیت‌ها و نقاط ضعف روش‌های زهکشی سنتی ما را بر آن می‌دارد تا رویکردهای جایگزینی را برای حفظ شرایط پایدار کشاورزی بلند مدت بیابیم. رویکردهای جایگزین باید مؤثر، انجام‌پذیر، از نظر اجتماعی مقبول و از نظر زیست محیطی سازگار باشند و نیز منجر به تخریب منابع طبیعی خاک و آب نگردند. تغییر اقلیم، افزایش گازهای گلخانه‌ای، ضعف زهکشی درونی خاک، توزیع نامناسب بارندگی و چرای بی‌رویه از موانع موجب توسعه بیابان‌ها می‌گردد. هر سرزمینی ظرفیت خاصی برای پذیرش تغییرات دارد، که از آن به عنوان توان اکولوژیک یاد می‌گردد. اگر تغییرات بیش از ظرفیت پذیرش این بیابان‌ها باشد، قدرت خودترمیمی اراضی از بین می‌رود و سرزمین دچار ناپایداری شده و در نهایت به بروشاخصه‌های بیابان‌زایی منجر می‌شود. پس از تهران، مناطق اصفهان، فارس، کرمان، همدان، ارومیه، خوزستان، خراسان شمالی و گلستان، بیش از دیگر نقاط دارای سرعت بالای بیابان‌زایی هستند. ایران به لحاظ ناپایداری در میان 148 کشور دنیا در مکان 135 قرار دارد و این بدان معناست که این کشور یکی از ناپایدارترین سرزمین‌ها می‌باشد. در این راستا اجرای طرح‌های نوین زهکشی موجب احیاء مراتع شده و بیابان‌زدایی را به دنبال خواهد داشت.



- 1- حوضچه مرکزی
- 2- ساختمان اداری و نگهبانی
- 3- آبشار و واحد تصفیه
- 4- استخرهای آرنیسا و جمع‌آوری نمک
- 5- استخرهای پرورش میگو و انامی
- 6- استخرهای پرورش ماهی تیلایا
- 7- استخرهای پرورش جلبک
- 8- آزمایشگاه و واحد تکثیر ایران
- 9- توربین نیروگاه و تجهیزات
- 10- استخر خورشیدی
- 11- درختان شور دوست (حائل)

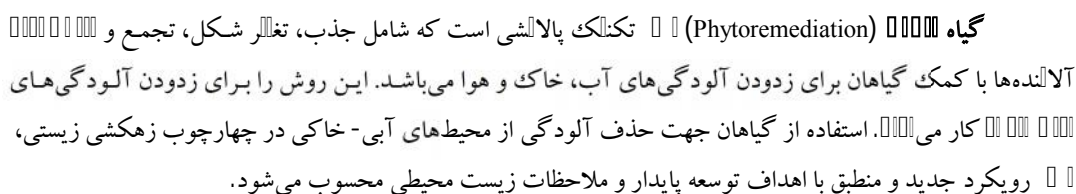
شکل شماره (5): نمایش شماتیک استخرهای مرکزی، جمع‌آوری نمک و پرورش سیست و بیوماس آرتمیا، ماهی تیلایا، میگو و انامی، جلبک، حوضچه خورشیدی (استخر گردان نمک) در یک واحد جمع‌آوری زه آب.

زهکشی کنترل شده (شکل شماره 6) آبیاری و زهکشی است. با باز و بسته کردن خروجی زهکش، می‌توان سطح آب را در داخل خاک در حدی مطلوب حفظ کرد. به طوری که گلاسه بتواند به کمک نیروی مؤثره‌ای از آب استفاده کند و در عین حال، به گلاسه آسلی از نظر ماندابی شدن اراضی، وارد نگردد. زهکشی کنترل شده می‌تواند نقش مهمی در حفظ آب، بالابردن راندمان آبیاری، کاهش مصرف آب، حفظ مواد غذایی خاک و در نهایت آلودگی آب پائین دست داشته باشد.



شکل شماره (6): عملکرد زهکشی کنترل شده در کاهش نیاز آبی گیاه

زهکشی زیستی (شکل شماره 7) نوعی نگرش نوین زهکشی است که در آن برای خروج آب‌های مازاد اراضی از توان تأمین گیاهان استفاده می‌شود. در این روش زهکشی باید از گیاهانی که در شرایط ماندابی به خوبی رشد می‌کنند، استفاده کرد. نکته‌ای که باید در این روش به آن توجه کرد شور شدن تدریجی خاک است. بنابراین توصیه شده است که زهکشی زیستی با ترکیبی از انواع زهکشی اجرا شود و حتی المقدور در شرایطی از آن استفاده شود که آب و هوا خشک و نیمه خشک و تبخیر-تعرق روزانه زیاد باشد. نباتات مناسب برای زهکشی زیستی از این قانون که آبیاری یا رشد گیاه، بدون تعادل نمک در منطقه ریشه پایدار نخواهد ماند، مستثنی نیستند. جایی که زهکشی زیستی در مناطق شور استفاده می‌شود، از راهکارهای تلفیق سازه‌ای (سیستم‌های زهکشی سنتی) برای پایداری سیستم لازم است.





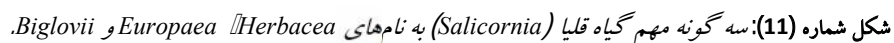
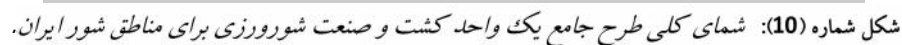
سورورزی (Carbon Sequestration) شامل ذخیره‌سازی کربن در خاک، زیست توده، زیرزمین و یا اکوسیستم‌های آبی است، به طوری که انتشار آن را به شکل دی‌اکسید کربن در اتمسفر کاهش دهد یا به تاخیر اندازد. بدین ترتیب، با کاهش میزان گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن در اتمسفر، می‌توان به کاهش تغییرات اقلیمی کمک نمود. این روش در چهار چوب طرح‌های زهکشی زیستی و شورورزی در منطقه طرح مطرح می‌گردد.

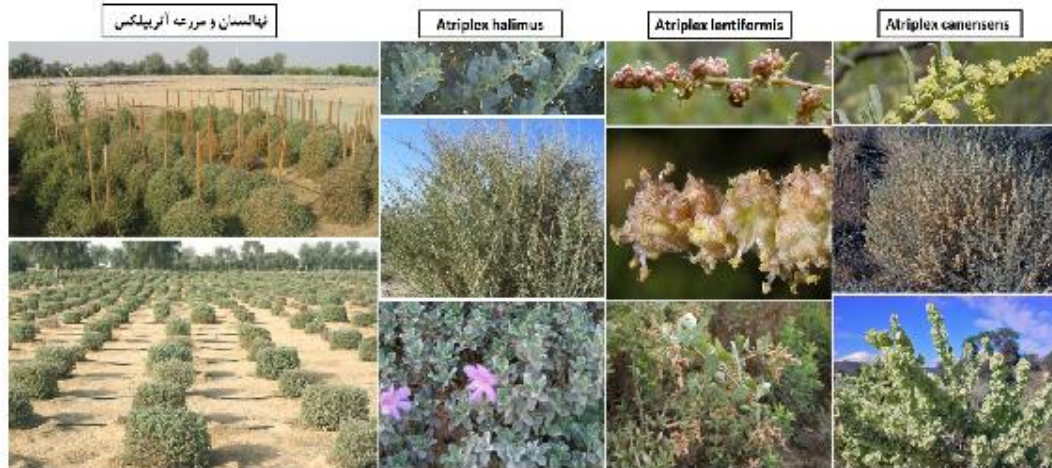
شورورزی (Haloculture) کشاورزی پایدار و تولید محصولات در محیط‌های شور است. شورورزی یک فن آوری رویکرد زیست محیطی و به منظور بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع خاک و آب شور می‌باشد. آب‌های با شوری بیش از 12 dS/m برای کشاورزی رایج مناسب نمی‌باشد. شوری در حدود 46 dS/m به عنوان آب نمک یا شور آب می‌باشد، که به عنوان شوری آب اقیانوس‌ها در نظر گرفته می‌شود. در یک طبقه‌بندی کلی، خاک با هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) بیش از 4 dS/m، خاک شور محسوب شده و خاک با نسبت جذب سدیم (SAR) بیش از 13، خاک سدیمی بوده که خود نوعی از خاک مبتلا به شوری است. محدوده آب و خاک مورد نظر شورورزی به منظور تولیدات گیاهی، به طور تقریبی از شوری آب 10 dS/m و شوری خاک 15 dS/m آغاز می‌گردد. از حدود نیم قرن پیش، مطالعات اولیه بر روی امکان استفاده از آب دریا و تولید گیاهان شورزی در برخی نقاط ساحلی جهان آغاز گردید.

کشاورزی با آب دریا به عنوان یک نظام زراعی، اولین بار توسط Hugo و Boyko به دنیا معرفی گردید [5]. مرکز کشاورزی شورزی در دبی طی سال 1999 میلادی، که بعدها به "مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست" (ICBA) تغییر نام یافت، تولید گیاهان شورزی و کشاورزی شور مرحله جدیدی از مقبولیت و توجه را در نزد دولت‌ها و مجامع علمی بین‌المللی، به ویژه در کشورهای مناطق خشک خاورمیانه و شمال آفریقا، تجربه کرد (شکل شماره 9). شورورزی به هیچ عنوان رقیبی برای کشاورزی رایج نمی‌باشد، زیرا از منابعی استفاده می‌کند که قابلیت استفاده اقتصادی و پایدار را در نظام‌های کشاورزی رایج ندارد. شورورزی با بهره‌برداری پایدار از منابع آب و خاک شور و ایجاد اشتغال و بهبود وضعیت اقتصادی در مناطق دارای این محدودیت، در حقیقت مکملی برای کشاورزی رایج در اراضی شور و سدیمی و تامین کننده بخشی از اهداف توسعه پایدار در بخش کشاورزی است.



شکل شماره (9): بخشی از فعالیت‌های مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (International Center for Biosaline Agriculture - ICBA).





شکل شماره (12): چند نما از آتریپلکس مناسب علوفه‌ای و سازگار با شرایط کشور، انواع *Atriplex*

Atriplex lentiformis و *Atriplex canescens* و *Atriplex halimus*

مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA) در کشور امارات (UAE) عملیات مناسب زراعی را برای تولید دو گونه علوفه شورزی *Sporobolous virginicus* و علف شور (*Distichlis spicata*) با سه سطح آبیاری با آب شور (10 ± 20 و 30 dS/m) مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان داده که عملکرد ماده خشک گونه *Distichlis spicata* در سطح آبیاری با آب شور $25-30$ dS/m حدود 34 ton/ha و گونه *Sporobolous virginicus* در سطح آبیاری با آب شور 20 dS/m حدود $29/5$ ton/ha بوده است. آتریپلکس تأثیر تعلیف دام (گوسفند و بز) با علوفه تولیدی *Sporobolous virginicus* در چهار سطح 0 ، 30 ، 70 و 100% بر میزان وزن کلی (به تفکیک گوشت، چربی و استخوان) آتریپلکس *Chloris gayana* (Rhodes grass) به مدت 10 هفته مقایسه گردیده است [8].

طبق چهارمین برنامه توسعه اقتصادی - اجتماعی کشور، پیش‌بینی گردیده بود که طی سال‌های $1388-1384$ متوسط سرانه مصرف ماهی کشور از رقم $7/03$ کیلوگرم برسد. این مهم محقق نگردیده و متوسط سرانه مصرف ماهی در کل کشور به رقم $7/81$ کیلوگرم رسیده است. مطابق آمار سازمان خواروبار (FAO) طی سال‌های $2005-2007$ ، متوسط سرانه مصرف ماهی در کل جهان $16/9$ کیلوگرم بوده است. مقایسه سرانه مصرف ماهی در ایران با کشورهای خاورمیانه، متوسط جهانی و برخی کشورهای جهان (ژاپن $58/6$ ، اسپانیا $44/2$ ، عربستان $10/2$ کیلوگرم) نشان می‌دهد که علیرغم سرمایه‌گذاری انجام شده در بخش تولید آبزیان و رشد صعودی آن (با وجود محدودیت‌های ناشی از خشکسالی)، هنوز با متوسط سرانه مصرف ماهی در دنیا فاصله بسیار است [9]. مشهورترین ماهی پرورشی در آب‌های شور دنیا تیلاپیا بوده و این ماهی یکی از آبزیان تجاری با ارزش است که توسعه پرورش آن با توجه به ویژگی‌های بیولوژیک منحصر به فرد، طی سال‌های اخیر در جهان قابل توجه بوده است. تا آنجا که فقط در سال 2002 یکصد کشور جهان (از جمله غالب کشورهای همسایه ایران) اقدام به پرورش آن نموده‌اند. آتریپلکس در پائین، رشد سریع و پتانسیل پرورش در آب‌های شور و لب شور موجب گسترش طیف کشورهای پرورش دهنده این آبزی شده است. پرورش ماهی تیلاپیای تک جنسی شده برای نخستین بار در استان یزد (شکل شماره 13) انجام شد. گونه‌های تک جنسی شده تیلاپیا به مقدار انبوه توسط موسسه تحقیقات شیلات کشور آماده شده و در مزارع پرورشی که امکان رشد آنها وجود دارد، اعطا می‌شود.



شکل شماره (13): ماهی تیلاپیا نیک جنسی شده (*Oreochromis niloticus*) پرورشی در آب‌های شور استان یزد.

پرورش میگوی وانامی به عنوان یکی از فعالیت‌های مهم آبی‌پروری منطقه طرح با هدف بهره‌برداری از منابع آب و اراضی شور لم یزرع، ایجاد اشتغال مولد، فراهم نمودن زمینه توسعه صادرات غیرنفتی و ارزآوری، توسعه اجتماعی و اقتصادی مناطق محروم گمیشان و ایجاد فرصت‌های شغلی در صنایع و کارخانه‌های عمل‌آوری و بسته‌بندی، در حال توسعه و گسترش می‌باشد. در شکل شماره (14) مجتمع پرورش میگو وانامی گمیشان بر روی عکس ماهواره‌ای و چند نما از تاسیسات و فعالیت‌های مرکز ارائه شده است. در صورت رعایت مسائل زیست‌محیطی، پرورش میگو تیلاپیا و میگوی وانامی در منطقه طرح (آب‌های تبخیری) می‌تواند کمک مؤثری در جهت افزایش تولید قلمداد گردد. نکته اساسی در این فرآیند سودآور توجه به این مهم می‌باشد که آب استخرهای پرورشی میگو و آب‌های تصفیه‌شده هیچ عنوان نباید به دریا و تالاب گمیشان تخلیه گردد. زیرا آلودگی و رهاسازی مجدد این آب‌ها به دریا، باعث افزایش بیماری‌ها در نواحی ساحلی همجوار پرورش میگو و آب‌های تصفیه‌شده می‌گردد.

شورورزی امکان استفاده مجدد از این پساب‌ها را برای کشت جنگل‌های چند منظوره، علوفه و یا گیاهان دارویی فراهم می‌سازد. آب‌های مختلف جلبک‌ها، طیف وسیعی از فرآورده‌های مفید، مانند بتاکاروتین، کلروفیل، لیپید (چربی و روغن)، انواع عناصر معدنی و ویتامین‌ها را در اختیار قرار می‌دهد. این مواد در صنایع بهداشتی، دارویی، مکمل‌های غذایی برای انسان، آبزیان، دام و سوخت‌های زیستی کاربرد فراوان و بازار مصرف بسیار خوبی دارند. آب‌های تصفیه‌شده در صنایع مختلف و گسترده است. جلبک‌های تولیدی با آب شور در تغذیه دام و آب‌های تصفیه‌شده در صنایع مختلف کاربرد دارند. هر کلوگرام ماده خشک جلبک 613 گرم پروتئین خالص و 155 گرم فایبر دارد. میزان انرژی قابل هضم جلبک در گاو در نشخوارکنندگان 2/62 الی 2/66 کیلو کالری به ازای هر گرم ماده خشک است. جلبک آب‌های تصفیه‌شده حاوی اسیدهای آمینه و عناصر کم‌ابزار هستند که در مجموع سلاسم بدن را تقویت می‌کنند. کلروفیل و مواد فتوشیمیایی موجود در آنها به واسطه‌ی کارکرد آنتی‌اکسیدان از آسیب‌های سلولی جلوگیری کرده و به مکانیسم‌های سم‌زدایی بدن کمک می‌کنند. جلبک آب‌های تصفیه‌شده اکسژن را تولید و از آن‌ها راه موجب تصفیه آب

شرایط و هزینه های اجرای پروژه در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰
از آنجمله از آنکه هزینه های اجرای پروژه در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰،
به ازای هر کیلو جلیک خشک در بازارهای جهانی ۱/۵ - ۱/۰ دلار و بهای هر کیلو آگار ۲۰۰۰ - ۳۰۰۰ ریال بوده است.
در حالی که هزینه های اجرای پروژه در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰،
به ازای هر کیلو جلیک خشک در بازارهای جهانی ۱/۵ - ۱/۰ دلار و بهای هر کیلو آگار ۲۰۰۰ - ۳۰۰۰ ریال بوده است.



شکل شماره (15): آبیاری و زهکشی ملی آبیاری و زهکشی ایران، گونه *Gracilariopsis persica* در استان هرمزگان.

سوخت‌های زیستی (Biofuel) به دلیل گرانی قیمت نفت، بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. لیپید یا روغن موجود در گیاهان پس از استخراج توسط یک حلال، با استفاده از یک کاتالیزور اسیدی یا قلیایی با الکل ترکیب شده و تولید می‌شود.



شکل شماره (16): چند نما از تولید جلبک برای اهداف سوخت زیستی، علوفه دام و انرژی زیستی.



آرتمیا از انواع مهم سخت پوستان است که می تواند در محدوده وسیعی از شوری آب، حتی تا چند برابر بیشتر از شوری آب دریا، زندگی کند. آب های با شوری 45 تا 220 گرم بر لیتر زیستگاه مناسبی برای آنها می باشد. آرتمیا کاربرد آرتمیا در صنعت آبزی پروری می باشد. امروزه آرتمیا با توجه به ارزش غذایی بالا (حدود 55 درصد پروتئین، 4 الی 20 درصد چربی، کلیه اسیدهای آمینه اصلی و اکثر اسیدهای چرب) به عنوان بهترین ماده غذایی برای پرورش ماهی و میگو است. آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) در سال 1992 مصرف سالانه سلسل آرتمیا حدود 2000 تن برآورد شد که سالانه حدود 15 تا 20 درصد بر نژاد جهانی آن افزوده می شود. امروزه آمریکای شمالی و چین بزرگترین تولیدکنندگان سلسل و بلوماس آرتمیا در جهان (شکل شماره 17) [9]. درآمد سالانه بلش از 14000 دلار از فروش هر کیلوگرم حدود 4 دلار نشانگر سوددهی بسیار مطلوب و وجود بازار مصرف مناسب برای فرآورده های آرتمیا است. تولید همزمان آرتمیا و نمک نه تنها از نقطه نظر اجتماعی و اقتصادی مورد توجه است، بلکه توسعه آبزی پروری را نیز در پی دارد. با توجه به وجود اراضی بایر و لم یزرع و منابع آب شور در محدوده طرح که زیستگاه مناسبی برای آرتمیا محسوب می گردد، امکان ایجاد فعالیت های تولیدی - اقتصادی بسیار سودآور و اشتغال برای هزاران نفر محتمل است.



شکل شماره (17): پرورش آرتمیا در واحدهای پرورشی سنتی و پیشرفته.



استحصال انواع نمک‌های صنعتی و خوراکی از جمله فواید اقتصادی استفاده از منابع آب‌های شور است. نمک از نظر اقتصادی یک ماده معدنی مهم محسوب شده و از نظر وزنی در رتبه هشتم تولید جهانی کالاهای معدنی، سوختی و فلزی قرار دارد. بر اساس گزارش سازمان زمین‌شناسی انگلیس، تولید سرانه نمک کل جهان بالغ بر 210,000,000 تن بوده و کشور ایران با تولید سرانه 2,618,000 تن (25/1%) رتبه پانزدهم را در بین 62 کشور تولید کننده نمک دارا بوده است. توضیح این که کشور ایران در سال 2000 تا 2003 از نظر میزان تولید نمک مقام 19 جهان (97/0%) را به خود اختصاص داده بود که با سرمایه‌گذاری در بخش تولید نمک آبی به ویژه در استان خوزستان میزان تولید حدود 600,000 تن افزایش یافت [10]. در استان گلستان معادن سنگ نمک بسیار محدود بوده و صرفاً استخراج نمک آبی به شکل سنتی در جنوب شرقی روستای سقرته (معدن نمک آبی قارنی یارق) انجام می‌پذیرد. در سیمای طرح زهکشی محدوده طرح، به ملاحظات زیست‌محیطی تالاب گمیشان، دریای خزر و خلیج گرگان توجه ویژه‌ای شده است.

بر این مبنا تخلیه زه‌آب‌های خروجی زهکش‌های زیرزمینی به حوضچه‌های احداثی استحصال نمک و پرورش آرتمیا (شکل شماره 18) مد نظر قرار گرفته است. به عبارت دیگر طرح حوضچه‌های تبخیری نمک در تلفیق با کشت و پرورش آرتمیا (سیست و بیوماس) و جلبک‌های آب شور ارائه شده است.



شکل شماره (18): چند نما از استخرهای جمع‌آوری نمک و پوشش کف و روکش عایق‌های پلاستیکی (HDPE Geomembrance) سطح حوضچه جهت ممانعت از نشت و اثر باد در انتقال نمک به اراضی مجاور.

یکی از روش‌های تولید گرما و الکتریسیته با استفاده از نور خورشید، به کارگیری استخرهای خورشیدی (Solar ponds) است. حوضچه‌های خورشیدی، در دو دهه اخیر، به عنوان یکی از راهکارهای تولید انرژی تجدیدپذیر مورد توجه قرار گرفته است. احداث استخرهای خورشیدی در مناطق دورافتاده، انتخاب نویدبخشی را در ستای برنامه‌های راهبردی و اهداف درازمدت تامین انرژی الکتریکی با در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی ارائه می‌دهد. به ویژه که فن‌آوری تجهیزات و نصب آن ساده بوده و کارکرد قابل اطمینانی را میان کشورهای در حال توسعه ارائه داده است. استخر خورشیدی با گرادیان نمک مشتمل بر یک مخزن با آب شور است که توسط انرژی خورشید گرم می‌شود. انرژی



خورشیدی فراوان‌ترین و ارزان‌ترین منبع تأمین انرژی برای شیرین کردن آب‌های شور و آب دریا است. امکانات و مزایای طبیعی در ایران و منطقه طرح مانند شدت بالای تابش آفتاب، وجود نمک و آب شور فراوان و زمین رایگان، موجب گردیده که بخش‌های وسیعی دارای پتانسیل مناسب برای اجرای پروژه استخر خورشیدی باشند. در این مطالعات با توجه به سیمای طرح مبنی بر جمع‌آوری نمک زه‌آب‌های شور در استخرهای تبخیری، توجه اصلی به نوع دوم یعنی استخرهای با گرادیان نمک معطوف گردیده است. پروژه استخر خورشیدی El Paso در تگزاس آمریکا، یک پروژه تحقیقاتی و نمایشی است که به وسیله دانشگاه تگزاس در سال 1984 پایه‌گذاری گردید. این پروژه از سال 1985 شروع به کار نموده و نتایج چشمگیری را در تأمین گرمای پروسه‌های صنعتی، تولید برق، تهیه آب شیرین به میزان 16000 m³ (ذایبی) و تبدیل بیوماس به انرژی نمک و کاربرد صنعتی برای بهره‌برداری از معدن سولفات سدیم نشان داده است. در پروژه Ein Boquek فلسطین اشغالی، 150 kW برق با استفاده از یک استخر خورشیدی به مساحت حدود 0/7 هکتار تولید می‌گردد. از برق و آب گرم تولیدی در استخرهای خورشیدی می‌توان در احداث گلخانه‌های ساحلی (Seawater greenhouse) استفاده نمود. این گلخانه‌ها در کنار دریا احداث شده و با مکش رطوبت هوا و عبور آن از کنار گلخانه‌های تقطیر کننده (Condenser)، آب لازم را برای آبیاری محصولات جمع‌آوری می‌کنند. بدیهی است که احداث این گلخانه در مجاورت واحدهای مناطق ساحلی بندر ترکمن تا پاسگاه مختوم‌قلی که فاقد آب شیرین برای کشاورزی می‌باشند، تحول عظیمی را در توسعه اقتصادی منطقه ایفا خواهد نمود.

جمع‌آوری آب باران و استفاده از آن به طور تقریبی چهارهزار سال قدمت دارد و از عصر برنز شروع شده است. در مناطق خشک کشور ایران به ویژه در مناطق شرقی و مرکزی اثرات و ابنیه فراوانی از دوران کهن وجود دارد که نشان دهنده استفاده از آب باران جهت مصارف شرب و کشاورزی بوده است. در منطقه طرح و به ویژه در نواحی شمالی آن نیز آثار بسیاری از گذشته جهت جمع‌آوری آب باران برای شرب انسان و دام باقی مانده که برخی از آنها همچنان مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی روش‌های استحصال آب برای اهداف شورورزی، احیاء مراتع، توسعه جنگل‌های زراعی و اراضی کشاورزی در سه گروه: تغییر شکل و یا اصلاح زمین، روش‌های شیمیایی - معدنی و پوشاندن سطح زمین (شکل شماره 19) طبقه‌بندی می‌گردند. در محدوده مطالعاتی با توجه به سیمای طرح از سه روش فوق بهره‌گیری شده است. در روش تغییر شکل زمین از شیوه‌های نوارهای تراز (Contour bunds)، ریزحوضه‌های نگاریم (Negarim microcatchments)، نوارهای تراز دوزنقه‌ای (Trapezoidal bund) و نوارهای تراز نیم دایره‌ای (Semi-Circular bund) استفاده شده است. مواد اصلاحی منتخب در محدوده مطالعاتی شامل گچ و زئولیت (Zeolite) بوده که به گودال‌ها و یا نوارهای نفوذپذیر (Infiltration pit or bund) اضافه خواهد شد. اهداف مورد نظر در روش‌های تغییر شکل سطح زمین شامل کنترل فرسایش، افزایش نفوذ و ذخیره آب می‌باشد. به عبارت دیگر، جمع‌آوری و هدایت بارش‌های نازل شده بر سطح وسیع و نفوذ و ذخیره آن در یک محل با وسعت کمتر جهت استفاده گیاه، هدف اصلی روش‌های تغییر شکل سطح زمین است.



شکل شماره (19): تصاویری از روش‌های استحصال آب شامل تغییر شکل و یا اصلاح زمین، روش‌های شیمیایی - معدنی و پوشاندن سطح زمین.

4- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به مجموعه مطالعات و بررسی‌های انجام شده، اجزاء مختلف طرح زهکشی اراضی شمال گرگانود و قره‌سو واقع در استان گلستان به وسعت 280 هزار هکتار به شرح زیر می‌باشد:

- طرح زهکش‌های زیرزمینی شامل زهکشی زیرزمینی سنتی، زهکشی زیستی، زهکشی کنترل شده، زهکشی خشک و زهکشی لانه موشی، در 101 زیر ناحیه با وسعت 239819 هکتار.
- طرح [ضخه‌های مرکزی جمع‌آوری زه‌آب در سطح 1557 هکتار در راستای حفاظت از محیط زیست و ممانعت از نشر آلودگی‌های غیرنقطه‌ای.
- طرح کشت و صنعت شورورزی در سطح 14000 هکتار (تولید گیاهان شور دوست) با هدف تولید [تولید گیاهان شور دوست] دانه روغنی و توسعه کشت گیاهان دارویی با آبیاری متناوب شور و شیرین و آبیاری دائم با آب شور.
- طرح‌های استحصال آب (Water Harvesting) جهت توسعه جنگل زراعی و احیاء مراتع در سطح 50000 هکتار با استفاده از توان اکولوژیک منطقه در راستای اصلاح و بهسازی خاک‌های شور و سدیمی، تولید چوب، احیاء مراتع، توسعه دامداری و کنترل رواناب و فرسایش خاک.
- امکان احداث حوضچه‌های خورشیدی (Solar Ponds) در سطح 202 هکتار با تولید برق به میزان حداکثر 14 مگاوات بر اساس حوضچه‌های گرادیان نمک و توربین‌های سیکل رانکین طرح [تولید برق به میزان حداکثر 14 مگاوات] نمک و پرورش آرتمیا در سطح 7008 هکتار در راستای استفاده مفید از زه‌آبهای شور و تولید غذای واحدهای پرورش آبزیان و نمک صنعتی مورد نیاز واحد پتروشیمی گلستان در فرآیند تهیه کود شیمیایی.
- طرح حوضچه‌های پرورش ماهی تیلاپیا، میگو و انامی و جلبک در سطح 2694 هکتار در راستای استفاده مفید از زه‌آبهای شور و افزایش تولید آبزیان و علوفه دام.
- طرح کنترل و استفاده بهینه از سیلاب رودخانه‌های گرگانود و قره‌سو و تثبیت سواحل.



- طرح اصلاح زهکش‌های روباز اصلی منطقه شامل زهکش آلاگل، زهکش سقرتپه، زهکش گمیش
زهکش بصیرآباد، زهکش قارقی (ناردالی)، زهکش قره‌گیله، زهکش اورکت حاجی و زهکش‌های روباز ساحل
راست و شمگیر و مزرعه نمونه ارتش با استفاده از تلفیق روش‌های مهندسی زیستی خاک
(Soil Bioengineering) و سازه‌ای.

بر مبنای مجموعه مطالعات انجام شده در محدوده طرح، جهت برآورد هزینه‌های احداث زیربخش‌های مختلف
از فهرس بهای واحد پایه رشته‌های آبیاری و زهکشی، ابنیه، تاسیسات مکانیکی، تاسیسات برقی و خطوط انتقال آب
مربوط به سال 1388 معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (دفتر نظام فنی اجرایی) و اعمال ضریب
1/44 به منظور تبدیل ۱۳۸۸ ها به سال 1390 استفاده بعمل آمده است. هزینه کل احداث اجزاء سیمای طرح ۱۳۸۳
18836 ۱۳۸۳ ریال برآورد شده (در ناحیه I الی III به ترتیب معادل 2284/9 و 4578/6 و 11972/5 میلیارد ریال)
است. مقایسه نرخ بازدهی داخلی طرح با نرخ تنزیل پایه مورد استفاده در ارزیابی اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب و
خاک (7 درصد) نشان از توجیه‌پذیری اقتصادی طرح در نواحی مطالعاتی و اولویت‌های اجرایی دارد.

5- مراجع

[1] احمدی، کریم. و همکاران. (1394). آمارنامه کشاورزی سال زراعی 92-93، جاد اول: محصولات زراعی، وزارت
جهاد کشاورزی.

[2] Climate change synthesis report. (2014). Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC).

[3] شرکت مهندسين مشاور مه‌اب قدس. (1390). مطالعات مرحله اول زهکشی اراضی شمال قره‌سو و گرگانرود
280000 هکتار، شرکت آب منطقه ای گلستان.

[4] شرکت آب منطقه ای گلستان. (1387). آماربرداری منابع آبهای سطحی و زیرزمینی استان.

[5] Boyko, HUGO, & ELISABETH Boyko, (1957). A climate map of the Sinai Peninsula as example of
Ecological Climatography. (I. Int. Congr. on Bioclimat. Biometeor).

[6] شرکت مهندسين مشاور مه‌اب قدس. (1392). مطالعات طرح ۱۳۸۳ آب شرب شهرهای استان گلستان، شرکت
آب منطقه ای گلستان.

[7] شرکت مهندسين مشاور مه‌اب قدس. (1394). مطالعات مرحله اول سامانه انتقال مازندران - گلستان، شرکت آب
منطقه ای گلستان.

[8] ICBA Annual Report. (2015). International Center for Biosaline Agriculture, Dubai, United Arab
Emirates.

[9] FAO. (2016). 2015–2016 El Niño Early action and response for agriculture, food security and
nutrition, Food and Agriculture Organization, Dubai, United Arab Emirates.

[10] British Geological Survey (BGS). (2016). Annual science review, London.