



آموزه‌های ملی و بین‌المللی شورورزی

فرهاد خورسندی^{۱*}

۱- گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد داراب، استان فارس؛ *fkhorsandi@gmail.com

چکیده

بررسی آموزه‌ها و تجربیات بین‌المللی سیستم‌های شورورزی نشان می‌دهد که این سیستم‌ها هنوز در توسعه پایدار و ارتقاء امنیت غذایی جوامع محلی شوربوم‌های مناطق خشک دنیا موفقیت چشمگیری نداشته‌اند. لذا، این تجربیات الگوی کاملی برای توسعه شورورزی در کشور که نیازها و ظرفیت‌های متفاوتی دارد، نمی‌باشند. آموزه‌های شورورزی در سطح ملی نشان می‌دهد که طرح‌های پایلوت و توسعه‌ای شورورزی در کشور موفقیت زیادی در ارتقاء سطح آگاهی و دانش مدیران و تصمیم‌گیران مملکتی، شرکت‌های دانش بنیان و اندیشمندان و پژوهشگران کشور نسبت به توانمندی‌ها و ضرورت توسعه شورورزی در ایران داشته است. با توجه به رسالت خطیر کشاورزان در تولید غذا و تأمین امنیت غذایی، توسعه و ترویج شورورزی در بین اقشار کشاورزان کشور ضروری می‌باشد. با توجه به نیازهای کلان کشور و ظرفیت‌های ژنتیکی و اقتصادی-اجتماعی موجود، توسعه کشت علوفه‌های شورورزی و در کنار آن دامپروری، و آبی‌پروری آب شور، و همچنین، تولید روغن و دانه‌های روغنی، با هدف تأمین پروتئین و روغن خوراکی مورد نیاز سبد غذایی مردم، به عنوان اولویت‌دارترین برنامه‌های توسعه شورورزی کشور توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: شورورزی، کشاورزی آب دریا، کشاورزی پایدار، کشاورزی شورزیست

مقدمه

در حال حاضر، استفاده از اراضی حاشیه‌ای مانند اراضی مبتلا به شوری، و منابع آب نامتعارف مانند منابع آب شور، برای تأمین نیازهای غذایی جوامع بشری، گزینه‌ای اجتناب‌ناپذیر است. لذا، از اواسط قرن بیستم، مجموعه‌ای از سیستم‌های کشاورزی شوری‌محور (کشاورزی آب دریا، کشاورزی شورزیست و شورورزی)، در مناطق مختلف دنیا توسعه و گسترش یافت. هدف از این مقاله، بررسی و نقد تجربیات و فعالیت‌های سیستم‌های شورورزی در سطح جهان و ایران می‌باشد. با استفاده از این تجربیات، پیشنهادات کاربردی و اجرایی برای توسعه پایدار شوربوم‌ها در ایران و به منظور کمک به ارتقاء امنیت غذایی در کشور، ارائه خواهد شد.

سیستم‌های کشاورزی شوری‌محور

سیستم‌های کشاورزی شوری‌محور تحت عنوان سه سیستم کشاورزی آب دریا، کشاورزی شورزیست و شورورزی با اهداف بهره‌برداری اقتصادی از منابع آب و خاک شور معرفی و توسعه یافته‌اند. ویژگی‌های عمده این سیستم‌ها به اختصار در زیر معرفی می‌شوند.

۱- **کشاورزی آب دریا (Seawater Agriculture):** آب دریا تنها منبع اصلی برای تولیدات کشاورزی است. از حیث تولیدات گیاهی، تنها گیاهان شورزی (هالوفیت) قابل زراعت هستند. به دلیل دسترسی به آب دریا، این سامانه تنها در اراضی شور مناطق ساحلی انجام می‌شود.

- **سیستم تلفیقی کشاورزی آب دریا (Integrated Seawater Agriculture System, ISAS):** تکامل یافته کشاورزی آب دریا است و در آن، تولید تلفیقی گیاهان هالوفیت و انواع آبزیان (مانند ماهی، میگو و جلبک) انجام می‌شود.

- **آبزی پروری تلفیقی چندتغذیه‌ای (Integrated Multi-Trophic Aquaculture, IMTA):** پرورش تلفیقی آبزیان مختلف با عادات تغذیه‌ای متفاوت. عمدتاً در داخل آب‌های آزاد دریاها و اقیانوس‌ها انجام می‌گیرد، ولیکن، در محیط خشکی در مناطق ساحلی نیز، به صورت مستقل یا تلفیق با محیط دریا، قابل اجرا است.

- **گلخانه آب دریا (Seawater Greenhouse):** به دو صورت انجام شده است: سیستم تولید محصولات گلخانه‌ای رایج با شیرین‌سازی آب شور دریا، که بیشتر مرسوم است، و سیستم استفاده از آب دریا به عنوان خنک‌کننده برای میعان بخار آب هوا.

۲- **کشاورزی شورزیست (Biosaline Agriculture):** این سامانه تکامل یافته کشاورزی آب دریا است. از حیث زراعی، هم گیاهان متحمل به شوری (غیرشورزی) و هم شورزی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. استفاده از هر نوع منبع آب شور، اعم از آب دریا یا منابع آب شور داخلی مجاز است. این سامانه قابل اجرا در اراضی شور مناطق ساحلی و داخلی (غیرساحلی) می‌باشد.

- **آبزی پروری آب شور (Saline Aquaculture):** پرورش انواع آبزیان متحمل به شوری با استفاده از منابع مختلف آب‌های شور

- **آکواپونیک آب شور (Saline Aquaponics):** تولید تلفیقی آبزی پروری با استفاده از منابع مختلف آب‌های شور بر پایه سیستم بازچرخانی آب (مدار بسته)، به همراه تولید گیاهان متحمل به شوری و گیاهان شورزی به صورت هیدروپونیک

۳- **شورورزی (Haloculture):** تکامل یافته کشاورزی شورزیست است. شورورزی بهره‌برداری پایدار از ظرفیت‌های ذاتی شوربوم‌ها برای تولید پایدار محصولات کشاورزی (زیستی) و صنعتی (غیرزیستی) است. تأکید بر فاکتور انسانی در راستای اهداف فلسفه پیوند آب-انرژی-غذا (Water-Energy-Food Nexus) مهمترین وجه تمایز شورورزی با سامانه‌های دیگر است (Khorsandi, 2022).

- **مهندسی شورورزی (Haloengineering):** جنبه‌های کاربرد علوم فنی و مهندسی در شورورزی را مهندسی شورورزی می‌گویند. بهره‌برداری از ظرفیت‌های شوربوم‌ها برای تولید آب شرب و انرژی با هدف فراهم کردن شرایط برای استقرار جوامع محلی جهت اجرای شورورزی، تعریف کوتاهی از آن است (Khorsandi et al., 2020).

آموزه‌های بین‌المللی شورورزی

بعضی از پروژه‌های بین‌المللی و بارز شورورزی به اختصار معرفی خواهند شد.

- ❖ **پروژه منزنار (Manzanar Project):** این پروژه بشردوستانه با موفقیت از سال ۱۹۸۷ در اریتره شروع شد. الگوی اجرایی و ساده آن حرآکاری برای علوفه، دامپروری، و بهبود زیستگاه‌های ساحلی جهت آبی‌پروری می‌باشد. پروژه منزنار با معرفی تکنولوژی‌های ساده، و قابل درک و اجرا توسط روستاییان بی‌سواد یا کم‌سواد، سعی در بهبود وضعیت معیشتی آنها دارد (Sato et al., 1998).
- ❖ **مزارع آب دریای اریتره (Seawater Farms - Eritrea):** این پروژه توسط یک شرکت امریکایی با نام بنیاد آب دریا راه‌اندازی، و بین سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۹۸ در اریتره فعالیت داشت (Bailis and Yu, 2012). این مزارع سیستم تلفیقی کشاورزی آب دریا (سالیکورنیا و میگو) بوده، و ثابت کرد که تولید اقتصادی و تلفیقی محصولات کشاورزی با استفاده از آب دریا امکان‌پذیر است.
- ❖ **مزارع آب دریای باهیا کینو در مکزیک (Seawater Farms - Bahia Kino):** این پروژه نیز توسط شرکت بنیاد آب دریا و پس از تعطیلی مزارع اریتره، در مکزیک راه‌اندازی شد (از سال ۲۰۱۰-۲۰۰۵)، ولیکن، تعطیل شده است.
- ❖ **پروژه جنگل صحرائی (Sahara Forest Project):** این پروژه تجاری در قطر با سرمایه‌گذاری یک شرکت خصوصی نروژی در سال ۲۰۱۲ آغاز شد. گلخانه آب دریا (با استفاده از شیرین‌سازی آب دریا)، در حال بهره‌برداری است.
- ❖ **پروژه MoST-IMTA China:** این پروژه بزرگترین و پیشرفته‌ترین پروژه اقتصادی-پژوهشی سیستم آبی‌پروری IMTA در دنیا می‌باشد، که در خلیج سانگ‌گو (چین) اجرا شده است. در این مجتمع IMTA، با مساحت در حدود ۱۰۰ کیلومتر مربع (۱۰ هزار هکتار)، سالیانه ۲۴۰ هزار تن غذای دریایی از بیش از ۳۰ گونه آبی تولید می‌شود (Fang et al., 2016).
- ❖ **سازمان کشاورزی در محیط‌های شور (OASE):** از اولین پروژه‌های تجاری کشاورزی شورزیست می‌باشد که با موفقیت توسط یک شرکت هلندی اجرا شده است. شرکت OASE در سال ۲۰۰۵ تشکیل شد. فعالیت‌های اقتصادی آن در مکزیک بوده و شامل سبزی سالیکورنیا، جنگل‌زراعی درخت گز (انرژی) و برداشت جلبک دریایی (خوراکی و ترکیبات بیوشیمیایی) است.
- ❖ **مزارع ساندراپ (Sundrop Farms):** گلخانه‌های دریایی مزارع ساندراپ واقع در استرالیا، از سال ۲۰۱۵ آغاز به فعالیت کردند. در این پروژه، تمامی انرژی مورد نیاز توسط سیستم متمرکز خورشیدی (CSP) تأمین شده، و آب دریا پس از شیرین‌سازی، به مصرف کشت هیدروپونیک گوجه‌فرنگی می‌رسد. شورابه تولیدی فعلاً به دریا برگردانده می‌شود. مزارع ساندراپ نمونه‌ای برجسته و چشمگیر از کاربرد مهندسی شورورزی برای اجرای شورورزی در شوربوم‌ها است.

آموزه‌ها و تجارب شورورزی در ایران

پایه و مبنای شورورزی، با شروع اولین تحقیقات کشاورزی شورزیست در ایران آغاز شد. مهمترین نهادهای پژوهشی مرتبط با شوری و شورورزی در کشور مرکز ملی تحقیقات شوری (یزد)، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور (البرز)، مرکز تحقیقات ملی آبریان آب‌های شور (یزد)، ایستگاه تحقیقات شتر بافق (یزد)، پژوهشکده میگوی کشور (بوشهر)، مرکز تحقیقات آرمیای کشور (آذربایجان غربی)، مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر (گیلان) و مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (تهران) می‌باشند. بعضی از فعالیت‌های اجرایی و اقتصادی-تجاری شورورزی در کشور به اختصار معرفی می‌شوند.

- ❖ **طرح بیابان‌زدایی چاه افضل، یزد:** این طرح موفق زیست محیطی، با هدف بیابان‌زدایی اراضی اطراف روستای چاه افضل اجرا شد. صدها هکتار از اراضی فراشور این منطقه زیر کشت درخت گز رفته است، که هنوز پابرجا هستند.
- ❖ **طرح‌های بیابان‌زدایی کشت گیاه شورزی آتریپلکس:** مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع بیشتر از ۵۰ سال تجربه در کشت گیاهان شورزیست با هدف مقابله با بیابان‌زایی دارد، مانند آتریپلکس کاری در چپر قویمه استان گلستان، و کال شور سبزوار.
- ❖ **طرح بین‌المللی استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار:** اولین طرح بین‌المللی کشاورزی شورزیست است که در ایران، با مشارکت سازمان انرژی اتمی و مرکز ملی تحقیقات شوری در چاه افضل اجرا شد (۲۰۰۳-۱۹۹۷) (Pedraza, 2009). گونه‌های مختلف شورزی و غیرشورزی (پسته، انار، سنجد) کاشت و بررسی شدند. بعضی از کرت‌های گونه‌های کشت شده آن هنوز هم پابرجا هستند.
- ❖ **آبزی پروری آب شور:** توسعه یافته‌ترین فعالیت اقتصادی شورورزی در ایران، آبزی پروری آب‌های شور است، که شامل آبزی پروری ماهیان آب شور خاویاری، میگو و آرتمیا و همچنین، پرورش برخی گونه‌های ماهیان گرمابی با آب‌های لب‌شور می‌باشد.
- ❖ **کشت و صنعت گوار کویر آریا:** شرکتی خصوصی که در زمینه تولید آرتمیا در منطقه نوق (شهرستان رفسنجان) فعالیت می‌کند. این مزرعه در زمینی به مساحت ۱۲۵ هکتار، ۴۰ تن سیست و مشتقات آرتمیا در سال تولید می‌نماید.
- ❖ **مگا پروژه وزارت نیرو:** طرح کلان توسعه نوار ساحلی جنوب کشور از طریق شورورزی توسط شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران (وزارت نیرو)، از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۰ در چهار استان ساحلی جنوب انجام گرفت. علاوه بر مطالعات امکان‌سنجی، ۱۱ مزرعه آزمایشی و ۲ مرکز پشتیبان در گستره نوار ساحلی جنوب (بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر) احداث و مطالعه شد. مهمترین دستاوردهای این مگا پروژه، آشنایی مدیران و تصمیم‌گیران در بالاترین سطوح مملکتی با توانمندی‌های شورورزی، و رونق محسوس تحقیقات و فعالیت‌های اجرایی شورورزی در میان شرکت‌های دانش بنیان و مشاور، و مؤسسات و نهادهای پژوهشی کشور بوده است.

نتایج و بحث

- با مرور فعالیت‌های بارز بین‌المللی شورورزی موارد زیر قابل استنتاج می‌باشند.
- مؤسسات تحقیقاتی در ارتقاء سطح آگاهی دانشمندان و محققان در مورد ظرفیت گیاهان شورزی به عنوان گیاهان زراعی جدید و بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور موفق بوده‌اند.
 - پروژه‌های عمده و بارز تجاری، بیشتر در مناطق ساحلی و یا نزدیک به سواحل اقیانوس‌ها قرار دارند. این گونه پروژه‌ها در مناطق داخلی (غیرساحلی) بسیار نادر بوده و بیشتر در حد پروژه‌های تحقیقاتی یا پایلوت‌های کوچک بوده است.
 - به طور کلی، تجربیات تجاری بین‌المللی قابلیت فنی-اجرایی و اقتصادی بودن شورورزی را ثابت کرده است.
 - اکثریت غالب پروژه‌های تجاری شورورزی، با سرمایه‌گذاری و مدیریت شرکت‌های خصوصی غربی، در کشورهای کمتر توسعه یافته راه‌اندازی و اجرا شده‌اند. دلیل این امر فراهمی منابع طبیعی، کاهش هزینه‌ها، ارزانی و فراوانی نیروی کار، صرفه اقتصادی و قوانین و مقررات آسان‌تر اقتصادی و زیست محیطی در کشور میزبان نسبت به کشور مبدأ است.
 - پروژه‌های تجاری شورورزی صرفاً بر اساس نیازها، اولویت‌ها و بازارهای هدف شرکت و کشور مبدأ کمپانی، و نه بر اساس نیازهای کشور میزبان یا جوامع محلی، طراحی و مدیریت می‌شوند.
 - هم مؤسسات تحقیقاتی و هم بخش خصوصی، در توسعه و ترویج سیستم‌های شورورزی در مقیاس وسیع و گسترده در بین کشاورزان مناطق خشک و مبتلا به شوری ناموفق بوده‌اند. پروژه بشردوستانه و غیرتجاری منزنار تنها در سطح محلی موفقیت داشته است.

با مرور تجربیات شورورزی در ایران می‌توان برداشت کرد که طرح‌های توسعه‌ای و مطالعاتی شورورزی در دو دهه گذشته رشد داشته است. این طرح‌ها شورورزی را در بین تصمیم‌گیران و مدیران ارشد مملکتی و شرکت‌های دانش بنیان به خوبی معرفی

کرده است. ولیکن، از نظر ترویج و توسعه شورورزی در بین کشاورزان، فعلاً موفقیت چشمگیری حاصل نشده است. بدون ترویج شورورزی در بین اقشار کشاورزان، شورورزی نقش عمده‌ای در تأمین نیازهای کشور نخواهد داشت و توسعه نخواهد یافت.

نتیجه‌گیری

وجود منابع کافی از آب‌ها و خاک‌های شور، تنوع گیاهی غنی و امکانات تحقیقاتی مناسب، توسعه شورورزی را در ایران توجیه‌پذیر می‌سازد. لذا، توصیه می‌شود که شورورزی به عنوان یک سیستم تولیدی و اشتغالزا، در برنامه‌های توسعه کشاورزی کشور نهادینه شود. مشارکت کشاورزان، کلید موفقیت توسعه شورورزی در راستای ارتقاء امنیت غذایی کشور است. با توجه به توانمندی‌ها و نیازهای کلان کشور، توسعه قطب‌های تولید پروتئین و روغن خوراکی از طریق شورورزی، می‌تواند کمک مؤثری به افزایش تولیدات غذایی، اشتغالزایی و بهبود کیفیت محیط زیست، و در نتیجه، ارتقاء امنیت غذایی در کشور کند.

فهرست منابع

1. Bailis, R., Yu, E. (2012) Environmental and social implications of integrated seawater agriculture systems producing *Salicornia bigelovii* for biofuel. *Biofuels*, 3(5), 555-574.
2. Fang, J., Zhang, J., Xiao, T., Huang, D., Liu, S. (2016) Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) in Sanggou Bay, China. *Aquaculture Environment Interactions*, 8, 201-205.
3. Khorsandi, F. (2022). Haloculture and Haloengineering in the context of Water-Energy-Food Nexus. *Environmental Sciences Proceedings*, 16, 63. DOI: <https://doi.org/10.3390/environsciproc2022016063>
4. Khorsandi, F., Siadati, S.M.H., Rastegary, J. (2020). Haloengineering as the vital component of sustainable development in salt-affected ecosystems. *Environmental Development*, 35, 100545. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100545>
5. Pedraza J.M. 2009. The use of nuclear techniques in Biosaline agriculture: The International Atomic Energy Agency (IAEA) experience. *International Journal of Energy, Environment, and Economics*, 16(2-3), 133-152.
6. Sato, G.H., Ghezae, T., Negassi, S. (1998) The Manzanar project: Towards a solution to poverty, hunger, environmental pollution, and global warming through sea water aquaculture and silviculture in deserts. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Animal*, 34, 509-511. <https://doi.org/10.1007/s11626-998-0105-y>

National and International Experiences of Haloculture

Farhad Khorsandi

Soil Science Department, Islamic Azad University, Darab Branch, Darab, Fars Province

Abstract

A review of six decades of international experiences and works on Saline Agricultural Systems shows that these systems have not yet succeeded in sustainable development and enhancement of the food security in arid regions. Therefore, these experiences are not the perfect model for the development of Haloculture in Iran. Haloculture development projects in the country have had great success in raising the level of awareness and knowledge of officials and decision makers, knowledge-based companies, and scholars and researchers about the capabilities and necessity of Haloculture expansion in Iran. Due to the critical role of farmers in food production and food security of the country, the extension of Haloculture among producers is essential. Considering the needs and the genetic and socio-economic potentials of the country, promotion of halophyte forage cultivation, as well as the production of oil and oilseed crops, along with animal husbandry and saline aquaculture, is recommended as one of the top priority Haloculture extension programs among farmers in Iran.

Keywords: Biosaline agriculture, Haloculture, Seawater agriculture, Sustainable agriculture