شورورزی

استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی

مؤلفین:

فرهاد خورسندی **ژاله وزیری**

علی اکبر عزیزی زهان

سرشناسه: خورسندی، فرهاد، ۱۳٤۰ –
عنوان و نام پدیدآور: شوروزی: استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی/مولفین فرهاد خورسندی، ژاله وزیری، علی‌اکبر عزیزی‌زهان.
مشخصات نشر: تهران: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری: ۳۳٦ص.:جدول، نقشه .
شابک: ۸۰۰۰۰ ریال :9789646668829
وضعیت فهرست نویسی: فیپا
موضوع: آبیاری با آب‌های شور
موضوع: کشاورزی -- تامین آب
موضوع: زهکشی
موضوع: کشاورزی پایدار
شناسه افزوده: وزیری، ژاله، ۱۳۳۵ –
شناسه افزوده: عزیزی زهان، علی اکبر
شناسه افزوده: ایران. کمیته ملی آبیاری و زهکشی
رده بندی کنگره: S٦١٩/ آ١٤خ٩ ١٣٨٩
رده بندی دیویی: ٦٣١/٥٨٧
شماره کتابشناسی ملی: ٢١٦٢٤١٢

نام کتاب: شوروزی؛ استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی
مؤلفین: فرهاد خورسندی، ژاله وزیری، علی‌اکبر عزیزی زهان
ناشر: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
حروف چینی و صفحه آرایی: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
طرح روی جلد: علیرضا خاکپور
چاپ اول: ۱۳۸۹
تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه
قیمت: ۸۰۰۰۰ ریال
شابک: ۹-۸۲-۶۶۶۸-۹۶۴-۹۷۸

نشانی: تهران، خیابان شهید دستگردی، خیابان شهید کارگزار، خیابان شهید شهرساز، پلاک ۱، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تلفن: ۲۲۲۵۷۳۴۸ نمابر: ۲۲۲۷۲۲۸۵
http://www.irncid.org Email: irncid@gmail.com

حق چاپ برای کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران محفوظ است.

پیشگفتار رئیس شورایعالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شرایط اقلیمی کشور ایران به گونه‌ای است که بخش کشاورزی آن به شدت به آب برای تولید محصولات کشاورزی وابسته است. این وابستگی به حدیست که با وجود سطح نسبتاً یکسان اراضی سالانه زیر کشت دیم و فاریاب کشور، حدود ۹۰ درصد فرآورده‌های کشاورزی از زراعت آبی حاصل می‌شود. در چنین شرایطی تأثیرات اقلیمی ناشی از پدیده خشکسالی و یا ترسالی می‌تواند اثرات منفی یا مثبت زیادی بر تولید محصولات کشاورزی و امنیت غذایی ایران داشته باشد.

شرایط متفاوت اقلیمی و منابع آب ایران، طلب می‌کند که محققان، مدیران و مراکز علمی و پژوهشی کشورمان در بخش آبیاری و زهکشی نیز متفاوت‌تر از سایر کشورهای جهان که شرایط طبیعی نسبتاً پایداری دارند باشند. پژوهشگران و مراکز تحقیقاتی ایران می‌بایست از پویایی، ابتکار، نوآوری و پژوهش محوری ویژه‌ای برخوردار باشند تا بتوانند کشور را در شرایط پایدار تولید حفظ نمایند.

کلیه کارشناسان و مراکز علمی و آموزشی که در خانواده بزرگ آب و خاک کشورمان فعال هستند، مسئولیت بزرگی در تأمین امنیت آبی و غذایی برعهده دارند. یکی از مراکز علمی فعال در صنعت آب کشورمان، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران است که در سال ۱۳۷۰ پس از یک وقفه طولانی به طور رسمی آغاز به کار کرده است. این کمیته ملی طی دهه اخیر نقش مؤثری در اشاعه علوم و فنون آبیاری و زهکشی در ایران داشته است. اثربخشی علمی و فرهنگی بیش از ۱۴۰ کتاب و گزارش فنی این کمیته ملی به همراه برگزاری دهها سمینار و کارگاه‌های فنی در ادبیات کارشناسان و مدیران صنعت آب کشور به خوبی آشکار می‌باشد.

خودباوری کارشناسان ایرانی نه تنها تأثیر عمیقی بر توسعه و پیشرفت آبیاری و زهکشی کشورمان داشته است بلکه از نگاه بیرونی و در سطح بین‌المللی نیز به توفیقات زیادی دست یافته است. اگر بپذیریم که خودباوری و پویایی کارشناسان از ارکان رشد و توسعه هستند توفیق کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران در این زمینه قابل ارزیابی است.

در اینجا جا دارد از کلیه همکـارانم در شـورایعالی کـه نقـش سیاسـت‌گـذاری کـلان را عهده‌دار می‌باشند و هیئت اجرایی که وظیفه نظارت و هدایت بدنه علمی کمیته ملـی را بدوش دارند و کادر علمـی و فنـی متخـصص در گـروه‌هـای کـار و در نهایـت کارکنـان دبیرخانه کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران قدردانی و سپاسـگزاری نمـایم. از خداونـد منان پیشرفت و توسعه کشور عزیزمان ایران را در کلیه امور، به ویژه اعتلای صـنعت آب و کشاورزی مسئلت داریم.

محمدرضا عطارزاده

معاون وزیر نیرو در امور آب و آبفا

و رئیس شورایعالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

پیشگفتار دبیرکل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

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 آب و خاک نامتعارف را به عنوان گامی مهم در افزایش تولید و بهبود وضعیت اقتصادی-اجتماعی مطرح می‌نماید. از این رو، ارائه راهکاری عملی، اقتصادی و منطقی جهت بهبود وضع کنونی، بهره برداری مطلوب از منابع پایه موجود به منظور افزایش تولیدات مورد نیاز کشاورزی، و ایجاد اشتغال از اهمیتی ویژه و اساسی در کشور برخوردار است.

در حال حاضر سطح گسترده‌ای از اراضی کشور به طور طبیعی شور بوده و همچنین، حجم عظیمی از منابع آب شور نیز در کشور موجود است، که بطور مطلوب در چرخه تأمین کالاهای اساسی، بهبود کیفیت محیط زیست و اشتغال‌زایی در کشور از آنها استفاده نمی‌شود. به این منابع نه صرفاً به عنوان معضل، بلکه به عنوان فرصت نیز می‌توان نگاه کرد. کتاب پیش رو از این دیدگاه به منابع آب و خاک شور نگاه کرده و سعی در تشریح فرصت‌های مختلف برای بهره‌برداری اقتصادی از این منابع را دارد. لذا هدف عمده این کتاب، ارائه راهکارهایی برای بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از محیطهای شور جهت نیل به شکوفایی پایدار اقتصادی است. در رابطه با کاربرد آب‌های شور در کشاورزی و تولید محصولات زراعی کتب و مقالات متعددی در داخل و خارج از کشور به چاپ رسیده است. در شرایطی که شوری آب و یا خاک به حدی باشد که تولید اقتصادی محصولات زراعی رایج امکان‌پذیر نباشد، هنوز می‌توان با اتخاذ شیوه‌های مدیریتی جامع‌نگر، از این منابع شور بهره‌برداری اقتصادی و پایدار نمود. مخاطبین این مجموعه سیاستگذاران، مجریان، پژوهشگران موسسات دولتی و دانشگاهی، دانشجویان و کارآفرینان می باشند.

تألیف کتاب حاضر توسط آقایان دکتر فرهاد خورسندی[1] (فصل‌های اول، دوم، سوم،

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد داراب

چهارم، ششم و هفتم) و مهندس علی‌اکبر عزیزی زهان۱ (فصل‌های چهارم و ششم)، و سرکار خانم مهندس ژاله وزیری۲ (فصل پنجم) انجام شده است. در اینجا از زحمات این عزیزان و همچنین آقایان دکتر ابراهیم پذیرا، دکتر حمید سیادت، دکتر سیداحمد حیدریان که داوری این مجموعه را بر عهده گرفتند و با رهنمودهای خود در ارتقای کتاب اثرگذار بودند، سپاسگزاری می‌شود.

در پایان از کلیه همکاران محترم گروه کار استفاده پایدار از منابع آب برای تولید محصولات کشاورزی آقایان دکتر ابوالفضل ناصری و مهندس عباس کشاورز برای بررسی کتاب و ارائه راهنمایی‌های مؤثر و آقایان مهندس مسعود علایی، دکتر علیرضا توکلی، دکتر نادر حیدری، دکتر حسین دهقانی سانیچ و خانم مهندس سحر ملک‌زاده برای همکاری در تهیه کتاب تشکر می‌شود. همچنین، از همکاران دبیرخانه کمیته ملی آبیاری و زهکشی آقایان مهندس مهرزاد احسانی و مهندس رحمان داوطلب که در انتشار کتاب تلاش داشته و از خانم‌ها مرجان مظاهری و پریسا کهنسال نودهی، که با صبر و حوصله کار تایپ و صفحه‌آرایی این اثر را به عهده داشتند، قدردانی می‌شود.

برای کلیه همکاران در کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران آرزوی موفقیت در اعتلای اهداف عالیه این کمیته را از خداوند متعال مسئلت می‌نمایم.

سیداسداله اسدالهی

دبیرکل کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۱- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات خاک و آب

۲- کارشناس فنی شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ـ منابع آب و خاک و امنیت غذایی **۱**

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- اقلیم ایران ۴

۱-۳- وضعیت منابع آب ۶

۱-۴- وضعیت منابع خاک ۱۰

۱-۵- امنیت غذایی ۱۴

۱-۶- تغییر اقلیم و تولیدات کشاورزی ۱۷

۱-۶-۱- خلاصه‌ای از اقلیم آینده در ایران ۱۷

۱-۶-۲- تغییر اقلیم و وضعیت منابع پایه (خاک و آب) ۲۲

۱-۶-۳- تغییر اقلیم و وضعیت تولیدات غذایی ۲۴

۱-۷- ظرفیت جدید برای تقویت امنیت غذایی ۲۷

۱-۸- فهرست منابع ۳۰

فصل دوم ـ کشاورزی پایدار و شورورزی **۳۵**

۲-۱- کشاورزی پایدار ۳۵

۲-۲- شورورزی ۳۶

۲-۳- سابقه تولید در محیط‌های شور ۳۸

۲-۴- شورورزی و کشاورزی رایج در محیط‌های شور ۴۱

۲-۵- منابع پایه در شورورزی ۴۶

۲-۵-۱- آب و خاک ۴۶

۲-۵-۲- گیاهان شورزی ۵۰

۲-۶- تحقیقات شوری و گیاهان شورزی ۵۴

۲-۷- فهرست منابع ۵۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل سوم ـ تولیدات کشاورزی در شورورزی **۶۱**
۳-۱- تولید گیاهان شورزی ۶۱
۳-۱-۱- تولید علوفه ۶۲
۳-۱-۱-۱- علوفه‌های شورزی و تغذیه دام ۶۶
۳-۱-۱-۲- سیستم‌های تولید دام و شورورزی ۷۲
۳-۱-۲- مصارف خوراکی ۸۱
۳-۱-۲-۱- پروتئین برگی ۸۴
۳-۱-۲-۲- زنبورداری و تولید عسل ۸۴
۳-۱-۳- دانه‌های روغنی ۸۶
۳-۱-۴- جنگل‌زراعی ۹۲
۳-۱-۴-۱- تولید چوب ۹۴
۳-۱-۴-۲- تولید کاغذ ۹۸
۳-۱-۵- گل، گیاهان زینتی و فضای سبز ۱۰۲
۳-۱-۶- تولید ترکیبات شیمیایی، دارویی و بهداشتی ۱۰۵
۳-۲- آبزی‌پروری ۱۰۶
۳-۲-۱- ماهی و میگو ۱۰۷
۳-۲-۲- آرتمیا ۱۱۲
۳-۲-۳- علف دریایی ۱۱۵
۳-۲-۴- جلبک ۱۱۶
۳-۲-۴-۱- میکروجلبک ۱۱۷
۳-۲-۴-۲- ماکروجلبک ۱۲۱
۳-۲-۵- علوفه گیاهان آبزی ۱۲۲
۳-۳- بهره‌برداری‌های متفرقه از محیط‌های شور ۱۲۳
۳-۳-۱- میکروارگانیسم‌های شورزی ۱۲۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۳-۲- انرژی ۱۲۷
۳-۳-۳- تهیه آب شیرین از آب‌های شور ۱۲۸
۳-۳-۴- استحصال مواد معدنی و نمک از آب‌های شور ۱۳۱
۳-۴- فهرست منابع ۱۳۱

فصل چهارم ـ مدیریت زراعی در تولید گیاهان شورزی **۱۴۳**
۴-۱- مقدمه ۱۴۳
۴-۲- قبل از کاشت ۱۴۶
۴-۲-۱- انتخاب زمین ۱۴۶
۴-۲-۲- انتخاب گیاه شورزی ۱۴۷
۴-۲-۲-۱- معیارهای انتخاب ۱۴۷
۴-۲-۲-۲- تهیه بذر، قلمه یا نهال ۱۵۰
۴-۲-۳- آماده‌سازی زمین ۱۵۳
۴-۲-۳-۱- عملیات خاک‌ورزی ۱۵۳
۴-۲-۳-۲- کوددهی و تغذیه گیاهان شورزی ۱۵۵
۴-۲-۳-۳- آبیاری ۱۶۲
۴-۳- مدیریت زراعی در مرحله کاشت ۱۶۵
۴-۴- عملیات فصل رشد (داشت) ۱۶۹
۴-۴-۱-کوددهی و آبیاری ۱۶۹
۴-۴-۲-آفات و بیماریها ۱۷۱
۴-۴-۳- مدیریت علفهای هرز ۱۷۴
۴-۵- برداشت محصول ۱۷۴
۴-۶- عملیات پس از برداشت ۱۷۶
۴-۷- توصیه‌ها و پیشنهادات ۱۷۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۴-۸- فهرست منابع ۱۷۸

فصل پنجم ـ آبیاری در شورورزی **۱۸۵**
۵-۱- مقدمه ۱۸۵
۵-۲- ارزیابی تناسب آب و خاک شور در شورورزی ۱۸۸
۵-۳- عملیات و مدیریت آبیاری در شرایط شوری منابع آب و خاک ۱۹۷
۵-۳-۱- برنامه‌ریزی آبیاری در شورورزی ۱۹۷
۵-۳-۲- روش‌های آبیاری ۲۰۳
۵-۴- موازنه نمک و نیاز آبشویی ۲۰۷
۵-۵-آبیاری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهان شورزی ۲۱۲
۵-۶- روش‌های استفاده از آب شور برای آبیاری ۲۱۳
۵-۷- پایش شوری خاک به منظور کفایت آبیاری و زهکشی ۲۱۴
۵-۸- فهرست منابع ۲۱۴

فصل ششم ـ ابعاد زیست محیطی و اقتصادی شورورزی **۲۱۹**
۶-۱- فن‌آوری سازگار با محیط زیست ۲۱۹
۶-۲- تولید اقتصادی خدمات زیست محیطی ۲۲۰
۶-۲-۱- مبارزه با فرسایش خاک و بیابان‌زایی ۲۲۱
۶-۲-۲- بهبود زیستگاه‌های حیات وحش ۲۲۴
۶-۲-۳- اصلاح خاک‌های شور ۲۲۵
۶-۲-۴- استفاده از زهاب‌های کشاورزی ۲۲۷
۶-۲-۵- زهکشی زیستی ۲۲۸
۶-۲-۶- ترسیب کربن ۲۳۱
۶-۲-۷- آلودگی‌های نفتی ۲۳۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۶-۳- ملاحظات زیست محیطی ۲۳۵
۶-۳-۱- اثرات بوم‌شناختی ۲۳۵
۶-۳-۲- تأثیر بر کیفیت منابع آب زیرزمینی ۲۳۸
۶-۴- تولید اقتصادی ۲۳۹
۶-۴-۱- تولید علوفه ۲۴۲
۶-۴-۲- تولید دانه‌های روغنی ۲۴۶
۶-۴-۳- تولید چوب ۲۴۸
۶-۵- مشارکت مردمی ۲۵۲
۶-۶- فهرست منابع ۲۵۵

فصل هفتم ـ راهکارهای اجرایی شورورزی در ایران **۲۶۱**
۷-۱- نیازهای توسعه شورورزی در ایران ۲۶۲
۷-۱-۱- منابع پایه شور در ایران ۲۶۳
۷-۱-۱-۱- منابع خاک شور ایران ۲۶۳
۷-۱-۱-۲- منابع آب شور ایران ۲۶۵
۷-۱-۱-۳- گیاهان شورزی ایران ۲۷۰
۷-۱-۲- تحقیقات و پژوهش ۲۷۳
۷-۱-۳- سرمایه‌گذاری بخش‌های دولتی و خصوصی ۲۷۶
۷-۲- مطالعات امکان‌سنجی شورورزی در ایران ۲۷۸
۷-۳- فعالیت‌های شورورزی در ایران ۲۷۹
۷-۴- کشت و صنعت شورورزی ۲۸۲
۷-۵- اجرای شورورزی در ایران ۲۸۶
۷-۶- فهرست منابع ۲۸۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیوست‌ها

پیوست ۱: حدود تحمل به شوری برخی از گیاهان شورزی ۲۹۱

۱- تحمل به شوری برخی از گونه‌های گیاهی متحمل به شوری و شورزی ۲۹۱

۲- برخی از گیاهان مناسب برای دامپروری در شورورزی ۲۹۳

پیوست ۲: ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم برخی از علوفه‌های شورزی ایران ۲۹۹

پیوست ۳: دام و آب شور ۳۰۱

پیوست ۴: کیفیت روغن شش گونه شورزی در کشور پاکستان ۳۰۳

پیوست ۵: درخت شورزی مسواک ۳۰۵

پیوست ۶: ویژگی‌های روغن گز روغنی از دو منطقه شور و غیرشور در کشور پاکستان ۳۰۹

پیوست ۷: فهرست گیاهان متحمل به شوری و ترکیبات نفتی ۳۱۱

پیوست ۸: فهرست اسامی فارسی برخی از گیاهان شورزی ۳۱۳

لیست انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران **۳۱۷**

فصل اول

منابع آب و خاک و امنیت غذایی

۱-۱- مقدمه

رسالت مهم بخش کشاورزی تأمین نیازها و ارتقا امنیت غذایی در عین حفاظت از پایداری منابع پایه می‌باشد. بخش کشاورزی در حدود ۱۴ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۵ درصد ارزش صادرات غیرنفتی، بیش از ۲۰ درصد اشتغال، ۸۰ درصد از عرضه غذا و ۹۰ درصد از مواد خام صنعتی اولیه صنایع تبدیلی کشاورزی کشور را تأمین می‌کند (۲۹). طبق آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن کشور در سال ۱۳۸۵، جمعیت ایران ۷۰/۴۷ میلیون نفر برآورده شده است (۱۱). بیش از ۶۸/۵ درصد از جمعیت کشور در مناطق شهری و ۳۱/۴ درصد در مناطق روستایی ساکن می‌باشند (جدول ۱-۱).همچنین، طبق همین آمارنامه، تنها ۲۲/۲۷ درصد شاغلان ۱۰ ساله و بیشتر کشور در بخش کشاورزی فعالیت داشته‌اند (جدول ۱-۲). همانطور که در جدول ۱-۲ مشاهده می‌شود، در طی بیست سال گذشته، تعداد شاغلان بخش کشاورزی روند کاهشی داشته، و برعکس جمعیت شاغلان بخش‌های صنعت و خدمات روند افزایشی داشته است.

جدول ۱-۱- جمعیت کشور در نقاط شهری و روستایی در سال ۱۳۸۵ (۱۱)

مکان سکونت	مرد	زن	جمع	درصد از جمعیت کل
	(میلیون نفر)			
مناطق شهری	۲٤/٥۷	۲۳/٦۸	٤۸/۲٥	٦۸/٥
مناطق روستایی	۱۱/۲۳	۱۰/۸۹	۲۲/۱۲	۳۱/٤
غیرساکن	۰/۰٥۳	۰/۰٥۲	۰/۱۰٥	۰/۱
جمع	**۳٥/۸٥**	**۳٤/٦۲**	**۷۰/٤۷**	٪۱۰۰

جدول ۱-۲- درصد توزیع شاغلان ۱۰ ساله و بیشتر کشور در بخش‌های کلان فعالیت اقتصادی (۱۱)

بخش‌های عمده فعالیت	۱۳٦٥	۱۳۷۰	۱۳۷٥	۱۳۸٥
کشاورزی	۲۹/۰۰	۲٤/٤۸	۲۳/۰٤	۲۲/۲۷
صنعت	۲٥/۲۸	۲۷/٦۱	۳۰/۷۰	۲٦/٥۱
خدمات	٤۲/٤٥	٤۳/٦۲	٤٤/٥۰	٤۸/۷۳
فعالیت‌های نامشخص و اظهار نشده	۳/۲۷	٤/۲۹	۱/۷٦	۲/٤۹
جمع	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰

بهره‌برداری‌های کشاورزی در ایران بسیار متنوع بوده و شامل زراعت، باغداری، تولیدات گلخانه‌ای، پرورش طیور، پرورش انواع دام‌های بزرگ و کوچک، پرورش زنبور عسل، پرورش کرم ابریشم و آبزی‌پروری و ... می‌باشد. طبق آمارنامه سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳، ۱۵/۶۵میلیون هکتار، که معادل ۹/۶۱ درصد از وسعت کشور است، به کشت محصولات کشاورزی، اعم از زراعی و باغی، اختصاص داشته است (۷). از کل سطح زیرکشت کشور، ۱۳/۰۵ میلیون هکتار (۸۳/۴۱ درصد) به کشت محصولات سالانه، و ۲/۶۰ میلیون هکتار (۱۶/۵۹ درصد) به کشت محصولات دائمی اختصاص داشته است. ۵۰/۴۵ درصد از زمینهای زیرکشت محصولات سالانه آبی و ۴۹/۵۵ درصد آن به صورت دیم بوده است (۷). سطح زیر کشت محصولات دائمی آبی و دیم نیز، به ترتیب، ۸۴/۷۱ و ۱۵/۲۹ درصد بوده است. همچنین، ۹۵/۷۵ درصد سطح زیرکشت محصولات دائمی، درختان میوه (مثمر) و تنها ۴/۲۵ درصد، درختان غیرمثمر بوده است (۷). کل تولید محصولات سالانه زراعی و باغی کشور در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ نزدیک به ۷۰ میلیون تن بود، که ۸۹/۶۲ درصد آن از زمینهای آبی و ۱۰/۳۸ درصد از زمین‌های دیم حاصل شده است. آمارهای فوق، اهمیت و جایگاه ویژه آب و کشت آبی (فاریاب) را در تولید مواد غذایی در کشور تبیین می‌نماید.

زمین، نیروی کار، سرمایه و مدیریت به عنوان عوامل تولید در اقتصاد کشاورزی محسوب می‌شوند. منابع آب و خاک به عنوان منابع پایه تولید در بخش کشاورزی از

اهمیت ویژه‌ای برخورار هستند. البته باید اذعان داشت که اهمیت تنوع زیستی در ایجاد امنیت غذایی کمتر از منابع گفته شده نمی‌باشد. آسیب‌پذیری جوامع انسانی به شدت وابسته به فراهمی غذا و آب است. از این رو، یکی از اساسی‌ترین نیازهای جهانی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، دسترسی به زمین و آب کافی و مناسب برای تأمین نیازهای رو به افزایش مواد غذایی جمعیت است. افزایش جمعیت فشار زیادی را بر منابع آب و خاک برای تأمین غذا و آب مورد نیاز انسان وارد خواهد ساخت. با توجه به گستردگی اقلیم خشک در کشور، محدودیت‌ها شکل ملموس‌تری می‌یابند، که در بخش‌های بعدی به آن اشاره خواهد شد.

سرمایه از دیگر عوامل اساسی در تولید اقتصادی محسوب می‌شود. علاوه بر سرمایه اقتصادی، *سرمایه اجتماعی* و *سرمایه طبیعی* نیز از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشند. *سرمایه اجتماعی* ویژگی‌های تشکیلات اجتماعی است، مانند هنجارها، معیارها، اعتماد و شبکه‌هایی که اساس روابط در تولید، تجارت و جوامع را تشکیل می‌دهند و کارآیی جامعه را به طور هماهنگ بهبود می‌بخشند (۲). این تعریف تأکید دارد که سرمایه اجتماعی تعامل و همکاری‌های درون گروهی و برون گروهی بین آحاد مردم یک جامعه یا کشور را فراهم می‌سازد، که این خود تأثیری به سزا بر روی بهره‌وری، تولید و اشتغال در جامعه دارد. همچنین، عناصر کلیدی در سرمایه اجتماعی معیارها و ارزش‌های آن جامعه، میزان اعتماد در جامعه و شبکه‌های نهادی و اجتماعی هستند. به عبارت دیگر هر چه این مؤلفه‌ها در یک جامعه مستحکم‌تر باشد، سرمایه اجتماعی آن کشور نیز قوی‌تر خواهد بود.

سرمایه طبیعی همان ذخایر متنوع منابع طبیعی است، که از آنها پدیده‌هایی مانند چرخه عناصر غذایی و حفاظت از خاک در مقابل فرسایش، که برای کسب معیشت مفید و سودمند هستند، به دست می‌آید (۳). سرمایه‌های طبیعی شامل کلیه منابع عمومی پنهان و نامحسوس (مانند هوا و تنوع زیستی) و منابع تقسیم‌پذیری که به طور مستقیم برای تولید به کار می‌روند (مانند خاک، آب و گیاهان)، می‌باشد. ناامنی‌های اقتصادی و اجتماعی و گسترش فقر، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، خطراتی جدی برای نقصان سرمایه اجتماعی و استفاده پایدار از سرمایه‌های طبیعی و منابع پایه تولید (خاک، آب و تنوع زیستی) می‌باشند. طبق تعریف برنامه توسعه سازمان ملل متحد

(UNDP)[1] *فقر*، محرومیت از ضروریات اساسی رفاه، مانند غذا، مسکن مناسب، درآمد کافی، اشتغال، دسترسی به خدمات اجتماعی لازم و موقعیت اجتماعی است (۴). *استفاده پایدار* یعنی استفاده از سرمایه‌های طبیعی در حدی که نیازهای نسل حاضر برآورده شده، بدون آنکه توانمندی نسل‌های آینده در برآوردن نیازهای خود، به مخاطره افتد. (۴). به عبارت دیگر، به استفاده از منابع مختلف سرمایه‌های طبیعی در حد عملکرد پایدار آن منبع، استفاده پایدار گفته می‌شود که در آن، *عملکرد پایدار* مقداری است که از یک منبع طبیعی تجدیدشونده (مانند جنگل و منابع آب) می‌توان برداشت کرد، بدون آنکه قابلیت و توانایی آن منبع برای پایداری و ماندگاری کاهش یابد (۳).

نقش مدیریت در بهره‌برداری پایدار از منابع و حفظ و نگهداری از آنها بسیار ضروری است. این مدیریت، همانطور که از ماهیت آن پیداست، توسط انسان و در سطوح مختلف، یعنی از سطح ملی تا یک واحد کوچک تولیدی، اعمال می‌گردد. *مدیریت پایدار* یک منبع به زبان ساده یعنی مدیریت آن منبع به نحوی که نیازهای مصرف‌کنندگان حال و آینده، هر دو در نظر گرفته شود. برای مثال، مدیریت پایدار منابع آب، با مسئله آب به طور جامع و همه جانبه برخورد کرده، و جوانب مختلف، یعنی ابعاد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فنی و زیست محیطی که در مصرف آب نقش دارند را به طور موزون و هماهنگ در نظر می‌گیرد. این شیوه مدیریت نه تنها در مورد منابع آب، بلکه برای منابع پایه تولید دیگر نیز امری ضروری است تا بتوان نیازهای اساسی جوامع انسانی را تهیه، و در نتیجه بقای تمدن‌های انسانی را تضمین کرد.

گرم شدن هوای کره زمین و مسئله تغییر اقلیم نگرانی مجامع بین‌المللی را در مورد کیفیت زندگی و امنیت غذایی برانگیخته است. از این نظر، مسئله تغییر اقلیم و تأثیرات احتمالی آن بر تولیدات کشاورزی کشور نیز مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۱-۲- اقلیم ایران

ایران در کمربند مناطق خشک و بیابانی جهان واقع شده است. به طوری که ۲۵۳

1- United Nations Development Program

میلی‌متر میانگین بارندگی سالانه کشور در حدود یک سوم میانگین جهان، و ۲۱۰۰ میلی‌متر میانگین تبخیر سالانه ۳ برابر میانگین جهانی است. با این حال، تنوع اقلیمی در کشور بسیار زیاد و قابل توجه است. بر اساس مندرجات طرح جامع آب کشور، ایران مطابق جدول ۱-۳ به ۸ منطقه اقلیمی تقسیم شده است (۱). از این جدول چنین استنباط می‌گردد که بیش از ۸۵ درصد کشور جزو اقلیم خشک می‌باشد. همچنین، در ۹۶/۵ درصد از کشور متوسط میزان بارندگی بسیار پایین‌تر از میزان متوسط تبخیر-تعرق است (جدول ۱-۳). از این رو، بخش قابل توجه‌ای از کشور با گرمای زیاد، کمبود منابع آب با کیفیت مناسب و بالا بودن تقاضای تبخیر، و در نتیجه، خطرات فرسایش، شوری منابع خاک و آب و بیابان‌زایی مواجه می‌باشد.

جدول ۱-۳- تقسیم‌بندی اقلیمی ایران در طرح جامع آب کشور

بر طبق روش دو مارتن توسعه یافته (۱)

نوع اقلیم	توصیف	متوسط بارندگی (میلی‌متر)	متوسط تبخیر- تعرق (میلی‌متر)	مساحت (میلیون هکتار)	درصد از مساحت کل کشور
خیلی خشک	خیلی داغ و خشک	<۱۵۰	۳۰۰۰-۲۷۰۰	۵۷/٤	۳۵/٤
خشک	داغ و خشک در تابستان، گرم (جنوب) و خنک (شمال) در زمستان	۱۵۰-۲۵۰	۲۷۰۰-۲٤۰۰	٤۷/۳	۲۹/۲
نیمه‌خشک	تابستان‌های داغ و زمستان‌های خشک	۲۵۰-۳۵۰	۲٤۰۰-۲۰۰۰	۳۲/۵	۲۰/۰
مدیترانه‌ای	تابستان‌های گرم و زمستان‌های خشک	۳۵۰-٤۵۰	۲۰۰۰-۱۷۰۰	۸/۰	٤/۹
نیمه مرطوب	تابستان‌های گرم و زمستان‌های خنک	٤۵۰-۵۵۰	۱۷۰۰-۱٤۰۰	۵/۵	۳/٤
مرطوب	تابستان‌های گرم و زمستان‌های خنک یا سرد	۵۵۰-۷۰۰	۱٤۰۰-۱۲۰۰	۵/۸	۳/٦
خیلی مرطوب (نوع A)	تابستان‌های گرم و زمستان‌های خنک یا سرد	۷۰۰-۱۰۰۰	۱۲۰۰-۱۰۰۰	٤/۸	۳/۰
خیلی مرطوب (نوع B)	تابستان‌های گرم زمستان‌های خیلی سرد و مناطق مرتفع	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۱۰۰۰-۸۰۰	۰/۸	۰/۵

۱-۳- وضعیت منابع آب

حجم کل منابع آب جهان در حدود ۱۳۸۶ میلیارد متر مکعب می‌باشد (جدول ۱-۴). این مقدار آب ثابت و محدود در طی چرخه هیدرولوژی، به شکل‌های مختلف در سطح کره زمین توزیع می‌گردد. در حدود ۲/۵ درصد از کل این منابع، آب شیرین می‌باشد که غالب آن (در حدود ۶۹/۷ درصد) به شکل یخچال‌ها و کوه‌های یخی قطب‌های شمال و جنوب کره زمین (جدول ۱-۴) بوده و در حال حاضر قابل استفاده نمی‌باشد. از این رو، کمتر از ۳۱ درصد از منابع آب شیرین و تنها ۱ درصد از کل منابع آب جهان قابل استفاده انسان می‌باشد. البته، همین مقدار نیز به طور یکسان در سطح جهان توزیع نشده، و کشورهای مناطق خشک و نیمه‌خشک به مراتب سهم کمتری از منابع آب شیرین را نسبت به میانگین جهانی دارا می‌باشند. از این رو، مسئله آب و کمبود آن همواره چالشی اساسی در این مناطق بوده و خواهد بود. گرم شدن هوای کره زمین و تغییر اقلیم نیز بر کمیت و کیفیت منابع آب تأثیرگذار خواهد بود. لیکن، از آن مهمتر، میزان تقاضا برای آب جهت مصارف بخش خانگی، صنعتی و کشاورزی است که بیشترین تأثیر را در کمبود آب در آینده خواهد داشت (۳۳).

جدول ۱-۴- توزیع منابع آب جهان در کره زمین (۳۸)

منبع آب	حجم آب (میلیارد متر مکعب)	درصد از حجم آب شیرین	درصد از حجم کل آب
کل آب	۱۳۸٦	–	۱۰۰/۰۰
آب شور	۱۳۵۱	–	۹۷/٤۷
آب شیرین	۳۵	۱۰۰/۰	۲/۵۳
یخچال‌ها و کوه‌های یخی	۲٤/٤	٦۹/۷	۱/۷٦
آب‌های زیرزمینی	۱۰/۵	۳۰/۰	۰/۷٦
دریاچه‌ها و رودخانه‌ها	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱

با توجه به رشد جمعیت در جهان و توسعه صنعتی، افزایش تقاضای آب برای مصارف شهری و محدودیت منابع آب شیرین جهان، بدیهی است که در آینده نزدیک آب کمتری به مصارف کشاورزی اختصاص یابد. به عنوان یک معیار کلی، حداقل سرانه آب برای تأمین نیازهای انسان ۱۰۰۰ متر مکعب است و چنانچه سرانه آب یک کشور از این مقدار کمتر شود، تنش‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از کم آبی در آن کشور آغاز می‌گردد (۱۴). طبق برآورد متخصصان، در سال ۲۰۰۰ حدود ۷ درصد از جمعیت جهان در مناطق دارای بحران آب زندگی می‌کردند. لیکن، با توجه به رشد جمعیت جهانی، در سال ۲۰۵۰ در حدود ۱۷ درصد از جمعیت جهان دسترسی به آب کافی برای تأمین نیازهای خود نخواهند داشت (۴۱). طبق این پیش‌بینی، کشورهای شمال قاره آفریقا و خاورمیانه در آینده با بحران کمبود آب مواجه خواهند شد. اکثر این کشورها در نواحی خشک و نیمه‌خشک قرار دارند، یعنی در مناطقی که کمبود کمی و کیفی منابع آب در آن مشکلی ذاتی است. برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی نیز از معضلات عمده در این مناطق است، که منجر به کاهش میزان کمی و کیفی این منابع آب برای فعالیت‌های کشاورزی و مصارف شهری می‌گردد.

منطقه خاورمیانه با ۲۹ کشور، ۱۴ درصد از مساحت و ۱۰ درصد از جمعیت جهان را در بر می‌گیرد، در حالیکه تنها ۲ درصد از منابع آب تجدیدپذیر جهان را دارا است (۱۶). با تداوم برداشت بی‌رویه، روند تغییر کیفی منابع آب زیرزمینی در این منطقه نیز به سمت شور شدن می‌باشد. برآورد گردیده که بیش از ۵۰ درصد منابع آب زیرزمینی در منطقه خاورمیانه در حال حاضر شور بوده، و با افزایش میزان برداشت بی‌رویه، این نسبت نیز افزایش خواهد یافت (۲۵). در یکی از مناطق کشور عربستان، سطح آب زیرزمینی بین سال‌های ۸۴-۱۹۷۸، بیش از ۷۰ متر کاهش داشت، که این کاهش باعث افزایش شوری به مقدار بیش از ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (بیش از ۱ دسی‌زیمنس بر متر) گردید (۱۶). کاهش سطح آب زیرزمینی در اثر برداشت بی‌رویه، موجب افزایش نشت آب شور دریا در مناطق ساحلی می‌گردد. در حال حاضر، این امر چالشی عمده در بسیاری از سفره‌های آب کشورهای بحرین، عمان و امارات متحده عربی است (۲۵). شوری آب زیرزمینی در اکثر مناطق استپی کشورهای سوریه و اردن به چند هزار میلی‌گرم بر لیتر افزایش یافته است. برداشت بی‌رویه از آبهای زیرزمینی در مناطق ساحلی لبنان، باعث

نشت شدید آب دریا به آبخوان‌ها شده به طوری که، شوری آب برخی از چاه‌های نزدیک شهر بیروت بین ۳۴۰ تا ۲۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر افزایش داشته است (۳۹).

ایران، به‌رغم تنوع اقلیمی گسترده، به طور عمده کشوری خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. بیش از ۹۰ درصد آب استحصالی کشور به مصرف کشاورزی می‌رسد، که نشان از مدیریت نامطلوب عملیات آبیاری در سطح کشور دارد (۱۲). 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 مصرف‌کننده اختصاص خواهد یافت. از این رو، درصد تخصیص آب به بخش کشاورزی به تدریج کاهش یافته و طبق مصوبات دولت در راهبردهای بلند مدت آب، سهم آب کشاورزی از میزان فعلی به حدود ۸۷ درصد خواهد رسید، ولیکن، از نظر حجم آب استحصالی در سال تغییر چندانی نخواهد یافت (۱۲). با توجه به افزایش جمعیت کشور تا مرز ۱۰۰ میلیون نفر در دهه‌های آینده، با همین مقدار حجم آب تخصیص یافته، بخش کشاورزی ملزم به تأمین نیازهای رو به افزایش مواد غذایی کشور خواهد بود. بخش عمده‌ای از این نیازها باید با بهبود مدیریت و بهره‌وری از منابع آب و خاک کشور، افزایش بازده مصرف آب و ارتقاء توانمندی‌های ژنتیکی گیاهان کشاورزی تأمین شود. بهره‌برداری از توانمندی ژنتیکی گیاهان در عرصه‌های طبیعی کشور را نیز باید به موارد گفته شده اضافه کرد.

منابع آب کشور براساس واحدهای تشکیل شده بر اساس ویژگیهای هیدرولوژیکی به هشت منطقه آبی به صورت زیر تقسیم شده است (۱). ترازنامه و مصرف آب در این هشت منطقه آبی در جدول ۱-۵ ارائه شده است.

۱- منطقه سواحل دریای خزر و گرگان، شامل چهار حوضه آبریز
۲- منطقه آذربایجان
۳- منطقه خوزستان ـ غرب
۴- منطقه فارس و سواحل جنوب، شامل پنج حوضه آبریز
۵- منطقه کرمان و سیستان و بلوچستان، شامل پنج حوضه آبریز
۶- منطقه اصفهان و یزد
۷- منطقه مرکزی
۸- منطقه خراسان، شامل شش حوضه آبریز

جدول ۱-۵- ترازنامه و مصرف آب در هشت منطقه آبی ایران در سال ۱۳۷۵ (۱)

مناطق آبی ایران	مساحت (کیلومترمربع)	بارندگی (میلیارد متر مکعب بر سال)	جریان سطحی (میلیارد متر مکعب بر سال)
۱	۱۰۸۵۸۳	٦۳	۱٦/۸
۲	۸۸٤٥۰	۳٦	۸/۳
۳	۱۹۷٦۳۳	۱۰٤	٤٤/۲
٤	۲۰۷۰۳٥	٥۳	۷/٤
٥	٤۹٦۷۱٦	٦۰	٤/۷
٦	۹۳۳۲٦	۱۳	۱/۸
۷	۹۲٥٥۳	۲٤	۳/۷
۸	۳۳۳۷۸٦	٦۲	٦/۲
جمع	**۱٦۱۸۰۸۰**	**٤۱٥**	**۹۳/۱**
مناطق آبی ایران	**آب زیرزمینی (میلیارد متر مکعب بر سال)**	**برداشت از آب سطحی (میلیارد متر مکعب برسال)**	**برداشت از آب زیرزمینی (میلیارد متر مکعب بر سال)**
۱	٥/۳	۸/۰۳	۳/٤۸
۲	۳/٦	٥/۳	۲/٦۲
۳	۹/٥	۱۳/۱	۳/۸۳
٤	۷/۰	۲/۸٥	٦/۹٤
٥	۷/۰	۲/۸٥	٦/۹٤
٦	٤/٤	۱/٤٥	۳/۱٥
۷	۸/۰	۲/۲٥	۸/٦٥
۸	۹/٦	۲/۰٥	۸/۲٥
جمع	**٥٥**	**۳٦/٦**	**٤٤/٥**

در چند دهه اخیر، با توجه به افزایش سطح زمینهای فاریاب و حفر چاههای مجاز و غیرمجاز در کشور، استفاده از منابع آب زیرزمینی برای آبیاری افزایش قابل توجهی داشته است. طبق برآوردهای انجام شده، توازن آب زیرزمینی در سطح ملی منفی بوده، و کسری میزان آب حداقل ۴ میلیارد متر مکعب می‌باشد (۱۳). آمار جدول ۱-۵ نیز نشان می‌دهد که برداشت از منابع آب زیرزمینی در منطقه‌های ۴، ۵ و ۷ بسیار زیاد و یا بیش از ظرفیت مجاز است. از عواقب نامطلوب این امر، کاهش سطح آب در چاه‌ها به لایه‌های پایین‌تر سفره‌های آب زیرزمینی است، که اغلب دارای مقادیر زیادی نمک می‌باشند. پمپاژ آب‌های شور از آبخوان‌های عمیق و استفاده از آن در عملیات آبیاری منجر به افزایش شوری خاک، به ویژه در فلات مرکزی، گردیده است. این مسئله، در دشت حاصلخیز مرودشت که از قطب‌های کشاورزی استان فارس و کشور می‌باشد، حداقل از سال ۱۳۷۹ توسط کشاورزان منطقه مشاهده شده است (۶). طبق اظهار نظر مسئولین در رسانه‌های عمومی، دشت‌های متعدد دیگر نیز در کشور، به ویژه در منطقه خراسان، در خطر بحران آب قرار داشته و یا در حال حاضر با آن مواجه می‌باشند.

علاوه بر کمبود آب و توزیع نامناسب آن، آبهای با کیفیت مطلوب نیز در کشور محدود است. منابع آب حداقل ۱۲ درصد از ۳۹۶ رودخانه‌های عمده کشور شور (با هدایت الکتریکی بیش از ۲/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشند (۲۸). اغلب رودخانه‌های شور و لب شور کشور، در نواحی جنوب، جنوب غربی و مرکزی جاری هستند. منابع آب‌های زیرزمینی نیز از کیفیت مناسبی برخوردار نیستند. تخمین زده می‌شود که کل آبهای زیرزمینی فسیلی (آبخوان‌های آبرفتی کشور) با املاح بیش از ۵ گرم بر لیتر (بیش از ۷ دسی‌زیمنس بر متر) در حدود ۱۷۳۰ میلیون متر مکعب باشد (۹). این آب‌ها به طور عمده در حاشیه کویرهای مرکزی ایران، آبخوان‌های جنوب کشور و سواحل خلیج فارس و دریای عمان، و دریاچه‌ها قرار دارند، که شوری آنها بین ۲۰-۸ گرم بر لیتر (۲۵-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) متغیر است.

۱-۴- وضعیت منابع خاک

طبق برآوردهای سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (فائو)، تقریباً ۲۰۰ میلیون هکتار

زمین زراعی جدید (یعنی بیش از مساحت کل کشور ایران) در طی ۳۰ سال آینده مورد نیاز است تا بتوان غذای جمعیت رو به افزایش مناطق حاره‌ای و نیمه حاره‌ای جهان را تأمین کرد (۲۴). لیکن، تنها ۹۳ میلیون هکتار در این مناطق برای توسعه کشاورزی موجود است، که اغلب آنها نیز جنگلی می‌باشد. این جنگل‌ها نقشی اساسی در کیفیت هوا و آب و هوای کره زمین داشته و از این رو، باید مورد حفاظت جدی قرار گیرند. از طرفی دیگر، مناطق خشک و نیمه‌خشک، برای توسعه کشاورزی و تأمین غذای مورد نیاز جمعیت رو به افزایش خود، با کمبود شدید منابع آب از لحاظ کمی و کیفی، مواجه است. برای مثال در ایران، نزدیک به ۳۷ میلیون هکتار زمین قابل کشاورزی موجود است، که در حدود ۱۸ میلیون هکتار آن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. علت عمده عدم بهره‌برداری کامل از توانمندی‌های زمینهای قابل کشت کشور، کمبود منابع آب است.

علاوه بر آب، شوری خاک نیز از عوامل عمده محدودکننده توسعه کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. بیش از ۶ درصد از مساحت کل زمینهای جهان مبتلا به انواع شوری است، که در سطح کلیه قاره‌های جهان پراکنده می‌باشند (۲۰). مساحت کل زمینهای شور جهان (با شوری طبیعی و ثانویه) در حدود ۹۵۵ میلیون هکتار برآورده شده است (۳۶). طبق برآورد سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (فائو) در حدود ۳۹۷ میلیون هکتار خاک‌های شور و ۴۳۴ میلیون هکتار خاک‌های سدیمی (در کل ۸۳۱ میلیون هکتار خاک شور و سدیمی) در جهان وجود دارد (۲۱). برآورد قاسمی و همکاران (۲۳) از گستردگی خاک‌های شور جهان بیش از دیگر مآخذ مورد قبول و استناد قرار گرفته است. طبق برآورد نامبردگان در حدود ۷۶ میلیون هکتار از زمینهای کشاورزی جهان مبتلا به شوری بوده که از این مقدار ۴۵ میلیون هکتار در زمینهای فاریاب (آبی) و ۳۰ میلیون هکتار در زمینهای دیم واقع می‌باشد. همچنین بین ۱ تا ۱/۵ میلیون هکتار در سال به مساحت زمینهای شور جهان افزوده می‌شود (۲۷). این امر از آن جهت حائز اهمیت است که هر چند تنها نزدیک به ۱۷ درصد از زمینهای زراعی جهان فاریاب هستند، لیکن، بیش از یک سوم تولیدات غذایی و کشاورزی جهان از این

زمینها حاصل می‌شود (۴۱). قابل ذکر است که منابع اطلاعاتی مورد استفاده در برآوردهای بالا، اغلب قدیمی و مربوط به دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ می‌باشد. از این رو، وسعت زمینهای شور، به ویژه با شوری ثانویه، به احتمال زیاد، بسیار بیشتر از آمار گفته شده است. برای مثال، وسعت زمینهای با شوری ثانویه (متأثر از فعالیت‌های انسانی) در کشور استرالیا ۰/۹ میلیون هکتار برآورد شده بود، لیکن طبق برآوردهای سال ۲۰۰۰، وسعت این زمینها ۲/۵ میلیون هکتار می‌باشد (۳۵). به هر حال، این آمار بر گستردگی زمینهای شور در جهان، و به ویژه، بر روند افزایش زمینهای با شوری ثانویه تأکید دارد. این روند عامل هشداردهنده در ناپایداری فعالیت‌های کشاورزی و خطری جدی برای امنیت غذایی، به ویژه در مناطق محروم و آسیب‌پذیر جهان می‌باشد.

منابع خاک کشور محدود و تجدیدناپذیر است. از آنجا که بخش اعظم مساحت کشور را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهند، این منابع محدود و تجدیدناپذیر در معرض انواع عوامل تخریب‌کننده از جمله فرسایش، شوری و تخریب‌های حاصل از فعالیت‌های انسانی قرار داشته و به شدت آسیب‌پذیر می‌باشند. به دلایل متعدد، وسعت زمینهای شور طبیعی در کشور بسیار گسترده می‌باشد. لیکن، روند افزایش تخریب پوشش گیاهی در عرصه‌های طبیعی و مدیریت نامناسب آبیاری در زمینهای آبی، وسعت زمینهای با شوری ثانویه کشور را به شکل قابل توجهی افزایش داده است.

مطالعات ارزیابی منابع و قابلیت اراضی در ۱۴۸/۵ میلیون هکتار از وسعت کشور نشان می‌دهد که ۳۷ میلیون هکتار از زمینهای کشور دارای قابلیت کشاورزی است، که ۱۷ میلیون هکتار آن برای کشاورزی فاریاب (آبی) و ۲۰ میلیون آن برای کشاورزی دیم مناسب است. نتایج مطالعات خاک‌شناسی طی مدت ۵۰ سال گذشته نشان می‌دهد که اکثر زمینهای کشور دارای محدودیت‌های مختلف از جمله محدودیت خاک (بافت، عمق، نفوذ پذیری و غیره)، شوری و سدیمی بودن، فرسایش، ماندابی و زه‌دار بودن می‌باشد (۱۳). شوری خاک از مهمترین عوامل محدودکننده کشاورزی در کشور است، به طوری که ایران از نظر وسعت زمینهای شور در رده سوم آسیا و پنجم جهان قرار دارد

(۳۶). مطالعات اخیر نشان داده است که در حدود ۲۵/۵ میلیون هکتار از خاک‌های کشور دارای شوری کم تا متوسط (۱۶-۴ دسی‌زیمنس بر متر) و ۸/۵ میلیون هکتار دارای شوری شدید (۳۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) هستند (۱۳). خاک‌های دارای شوری کم تا متوسط در کوهپایه‌های زاگرس و البرز واقع شده‌اند. زمینهای دارای مشکل شوری شدید را به طور عمده در فلات مرکزی، دشت‌های ساحلی جنوب، جلگه خوزستان و دشت‌های ساحلی دریای خزر می‌توان یافت. مدیریت نامطلوب آب و خاک، چرای بی‌رویه مراتع و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی از مهمترین عوامل ایجاد شوری ثانویه در زمینهای زراعی کشور است.

اختلاف زیادی در گزارش‌های برآورد مساحت زمینهای آبی مبتلا به شوری ایران به چشم می‌خورد (جدول ۱-۶)، که به طور عمده به دلیل تغییر مساحت زمینهای آبی و زمینهای شور تحت آبیاری در دوره‌های مختلف زمانی است. در حدود ۵۰ درصد از زمینهای آبی کشور به نحوی دارای مشکل شوری می‌باشند که به نظر رقم قابل قبولی می‌آید (۱۷). کاهش عملکرد سالیانه در زمینهای زراعی شور کشور تا ۵۰ درصد تخمین زده شده است (۳۴). بر اساس میانگین جهانی کاهش درآمد در اثر تخریب اراضی (۱۹) و گسترش زمینهای فاریاب شور در کشور، زیان اقتصادی در اثر عامل شوری خاک را بیش از ۱ میلیارد دلار در سال برآورد می‌نماید (۳۱).

جدول ۱-۶- گستردگی خاک‌های مبتلا به شوری در زمینهای فاریاب ایران (۳۱)

منبع	مساحت زمینهای آبی (میلیون هکتار)	مساحت زمینهای مبتلا به شوری در کشت آبی (میلیون هکتار)	درصد زمینهای مبتلا به شوری در زمینهای آبی
ICID	٤/٠٠	١/٥٠	٣٨
FAO	٥/٧٤	١/٧٢	٣٠
ICDL	٨/١٠	٤/٠٥	٥٠
قاسمی و همکاران (۲۳)	٥/٧٤	٢/٢٠	٣٨

۱-۵- امنیت غذایی

طبق تعریف سازمان خواربار و کشاورزی جهانی (فائو)، *امنیت غذایی* دسترسی عملی، اجتماعی و اقتصادی همه مردم در کلیه زمان‌ها به غذای کافی، سالم و مغذی است، تا نیازهای رژیم غذایی مورد علاقه خود را برای یک زندگی فعال و خوشایند تأمین نمایند (۲۲). بنابراین، امنیت غذایی دارای چهار مؤلفه زیر است:

۱- فراهمی غذا: که معیارهای سنجش آن تولید داخلی، امکانات واردات، ذخایر غذایی و کمکهای غذایی هستند.
۲- دسترسی به غذا: که وابسته به سطح فقر، قدرت خرید خانواده، وجود زیرساخت‌های مناسب حمل و نقل، بازار و سیستم توزیع غذا است.
۳- ثبات عرضه و دسترسی به غذا: که می‌تواند تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، نوسانات قیمت‌ها، بلایای طبیعی و غیرطبیعی و عوامل متعدد سیاسی و اقتصادی دیگر قرار گیرد.
۴- مصرف غذای سالم و مغذی: که وابسته به وجود غذا و آب آشامیدنی سالم، فرهنگ تغذیه، ایمنی غذایی، کیفیت غذا و رعایت اصول بهداشت است.

عدم وجود یا نقصان در هر یک از ابعاد فوق باعث بروز نا امنی غذایی در یک جامعه یا کشور می‌گردد، که هر چه این نقصان عمیق‌تر و گسترده‌تر باشد، ناامنی غذایی نیز شدیدتر خواهد بود. بنابراین، در جامعه امروز امنیت غذایی دیگر تنها خودکفایی در تولید یک یا چند محصول اساسی و یا پر بودن سیلوها از غلات نیست، اگر چه، هر دو از عوامل مؤثر در ایجاد آن هستند. همه افراد یک جامعه، حتی در جوامع کشاورزی و ساکنین مناطق روستایی، توانایی تولید تمامی مواد غذایی مورد نیاز خود را ندارند. تهیه غذای مورد نیاز خانواده نیازمند اشتغال و کسب درآمد می‌باشد. از این رو، کلیه فعالیت‌های اقتصادی و یا اجتماعی که منجر به تولید پایدار، حفاظت از محیط زیست، بهبود کیفیت زندگی و اشتغال‌زایی گردد، کمک به ایجاد و یا ارتقاء امنیت غذایی در کشور است. برای مثال، محصولاتی مانند زعفران در ظاهر نقشی در امنیت غذایی

ندارند. لیکن، زعفران محصولی درآمدزا، ارزآور و از همه مهمتر، اشتغال‌زا می‌باشد. اشتغال یعنی کسب درآمد و کسب درآمد به معنای داشتن قدرت خرید و تأمین نیازهای غذایی می‌باشد که منجر به ایجاد و یا تقویت امنیت غذایی می‌گردد. تولید پشم و کرک مثال دیگری از فرآورده‌هایی است که در سبد غذایی جامعه وجود نداشته، و به ظاهر نقشی در امنیت غذایی کشور ندارند. لیکن، افزایش تولید پشم از طریق توسعه دامداری، علاوه بر اشتغال‌زایی مستقیم، به معنای توسعه تولید مواد اولیه صنعت فرش کشور نیز می‌باشد. اهمیت این صنعت در ارزآوری، درآمد و اشتغال‌زایی و در نتیجه، امنیت غذایی، بر کسی پوشیده نیست. در نتیجه، تمامی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی و همچنین، در بخش‌های صنعت و خدمات، به نوعی به یکدیگر وابسته بوده، و توسعه موزون و پایدار آنها در راستای ارتقای امنیت اقتصادی، اجتماعی و غذایی کشور می‌باشد.

جمعیت جوان و رو به رشد کشور به منابع غذایی غنی از پروتئین نیازمند است (جدول ۱-۷). پیش‌بینی می‌گردد که جمعیت کشور در سال ۱۴۰۰ به مرز ۱۰۰ میلیون نفر برسد، که از آن ۶۹ میلیون نفر در مناطق شهری و ۳۱ میلیون نفر در مناطق روستایی ساکن خواهند بود. با توجه به جدول ۱-۷، مشاهده می‌شود که بیشترین افزایش تقاضا مربوط به روغن خوراکی (زیتون و روغن نباتی) و فرآورده‌های دامی (انواع گوشت، ماهی، لبنیات و تخم‌مرغ) می‌باشد. از آنجا که غالب زمینهای زراعی حاصلخیز و منابع آب کشاورزی باید به تولید مطلوب محصولات غذایی اصلی (گندم، برنج، سیب‌زمینی و حبوبات) اختصاص یابد، از این رو، با توجه به محدودیت اراضی و منابع آب کشور، به نظر می‌آید که برای تأمین تقاضای کالاها بالا باید به منابع پایه جدید مانند کشت در زمینهای شور و استفاده از منابع آب شور و گیاهان زراعی سازگار با آن توجه جدی کرد. تغییر اقلیم می‌تواند تمامی معادلات برآوردهای عرضه و تقاضا در کشور را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به اهمیت موضوع، در ادامه اثرات احتمالی تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی در کشور بیان می‌شود.

جدول ۱-۷- مقایسه عرضه سرانه و کل تقاضای محصولات کشاورزی بین سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۴۰۰ (۱۲)

محصول یا مواد غذایی	عرضه سرانه (کیلوگرم)		کل تقاضا (تن)	
	۱۳۷۸	۱٤۰۰	۱۳۷۸	۱٤۰۰
گندم	۱۸۹/٤	۱۵۲	۱٤۸۲۹۰۰۰	۱٦۵۰۲۰۰۰
شلتوک (برنج)	۵۹/۷	۵۳/۸	۳۹۲۰۰۰۰	۵۱٦۰۰۰۰
سیب زمینی	۳۵/۸	٤۰	۳٤۳۳۰۰۰	٤٦۹۸۰۰۰
حبوبات	۵/٦	۱۰	٤۷۷۰۰۰	۱۰۳۵۰۰۰
مرکبات	٤۱/۵	٤۳	۳۷۱۲۰۰۰	٤٤۵۱۰۰۰
خرما	۱۰/۲	۱۰	۹۰۸۰۰۰	۹۹۰۰۰۰
انار	۷/۲	۷/۳	٦۰۵۰۰۰	۷۵٦۰۰۰
پسته	۰/۳	۲	۱۳۱۰۰۰	۱۸۷۰۰۰
بادام	۱/۳	۱/۵	۹٦۰۰۰	۱٤۰۰۰۰
گردو	۲	۱/۹	۱٤۳۰۰۰	۱۷۸۰۰۰
زیتون	۰/۳	۱	۲۳٤۰۰	۵۹٤۰۰۰
روغن نباتی	۱٦	۱۳	۵۷۷۰۰	۱۱۷۰۰۰۰
چای خشک	۱/۱	۲	٦۸۸۰۰	۱۸۷۲۰۰
گوشت قرمز	۱۱/٤	۱۳	۷۲۱۰۰۰	۱۱۷۰۰۰۰
گوشت مرغ	۱۱/۷	۱٤	۷۲۵۰۰۰	۱۲٦۰۰۰۰
تخم مرغ	۷/۸	۱۰	۵۳۸۰۰۰	۹۲۷۰۰۰
ماهی	٦/۵	۷	٤۱۲۰۰۰	٦۳۰۰۰۰
شیر	۸۲/۹	۱۳۰	۵۵٦۲۰۰۰	۱۲۰۵۱۰۰۰
پروتئین	۸۹/۸	۹۱	–	–

۱-۶- تغییر اقلیم و تولیدات کشاورزی

تغییر اقلیم[1] یک محل، منطقه یا کره زمین، تغییر معنی‌دار شرایط و تغییرات متوسط آب و هوایی و اقلیمی آن منطقه یا کره زمین در درازمدت می‌باشد (۴۰). تغییر اقلیم و آب و هوا به طور طبیعی همواره در اعصار و قرون گذشته به وقوع پیوسته است. اکثریت محققین و پژوهشگران بر این باور هستند که آنچه تغییر اقلیم در عصر حاضر را از بقیه متمایز می‌نماید، دخیل بودن انسان در به وقوع پیوستن آن است.

۱-۶-۱- خلاصه‌ای از اقلیم آینده در ایران

چهارمین گزارش ارزیابی هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم (IPCC)[2] برای سیاستگذاران بیان می‌دارد که دمای هوا در دوره‌های ده ساله زمانی ۲۰۲۹-۲۰۲۰ و ۲۰۹۹-۲۰۹۰ میلادی گرمتر خواهد شد (۲۶). این نهاد توسط سازمان جهانی هواشناسی (WMO)[3] و برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP)[4] و با هدف تهیه و ارائه اطلاعات علمی واقع‌بینانه و غیرمغرضانه برای سیاستگذاران و دیگر افراد علاقمند به مباحث تغییر اقلیم، تأسیس شده است. طبق گزارش فوق، افزایش دما در طی دوره ۲۰۲۹-۲۰۲۰ میلادی متوسط بوده و بیشتر نیمکره شمالی از جمله ایران را، در بر می‌گیرد. لیکن، افزایش دما در طی دوره ۲۰۹۹-۲۰۹۰ میلادی شدید خواهد بود و کل کره زمین را تحت تأثیر قرار خواهد داد. در زیر خلاصه‌ای از تغییرات کوتاه مدت و بلند مدت اقلیم آینده کشور تشریح می‌گردد.

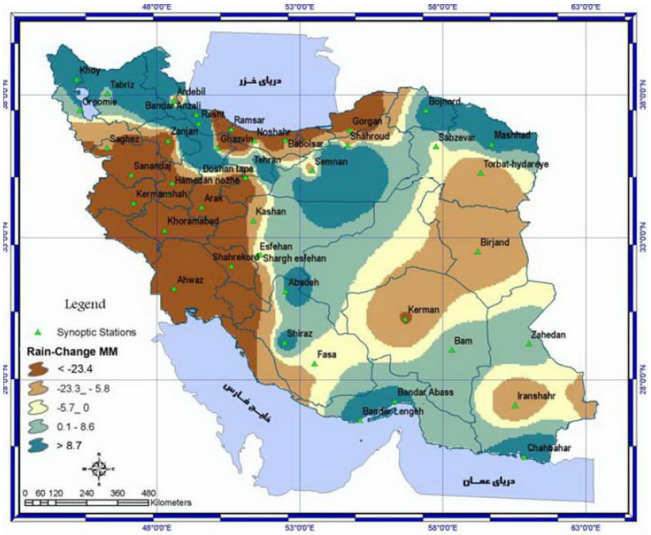
الف- کوتاه مدت (دوره زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۰ میلادی)

طبق گزارش هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم برای سیاستگذاران، دمای هوای کشور در دوره زمانی ۲۰۲۹-۲۰۲۰ میلادی بین ۱/۵-۰/۵ درجه سلسیوس گرمتر خواهد شد (۲۶). این پیش‌بینی با نتایج شبیه‌سازی تغییر اقلیم آینده کشور در افق ۱۴۰۴ (۲۰۳۹-

1- Climate Change
2- Intergovernmental Panel on Climate Change
3- World Meteorological Organization
4- United Nations Environment Program

۲۰۱۰ میلادی) که توسط پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران انجام گرفته، مطابقت دارد (۵). خلاصه نتایج شبیه‌سازی تغییر اقلیم آینده کشور به شرح زیر می‌باشد (۵):

- به طور کلی، در کل سطح کشور میزان بارش سالانه به میزان ۹ درصد کاهش می‌یابد.
- بیشترین کاهش مقدار بارش سالانه در استان‌های واقع در امتداد رشته کوه زاگرس، غرب کشور و سواحل جنوبی و شرقی دریای خزر، شامل استان‌های کردستان، همدان، زنجان، مرکزی، کرمانشاه، لرستان، ایلام، خوزستان، چهار محال و بختیاری، بوشهر، مازندران و گلستان می‌باشد. این استان‌ها با کاهش بیش از ۲۳ میلی‌متر بارندگی مواجه خواهند بود. استان‌های کرمان، خراسان جنوبی، جنوب خراسان رضوی و بخش‌هایی از یزد، سیستان و بلوچستان نیز با کاهش بارش مواجه خواهند بود (شکل ۱-۱).

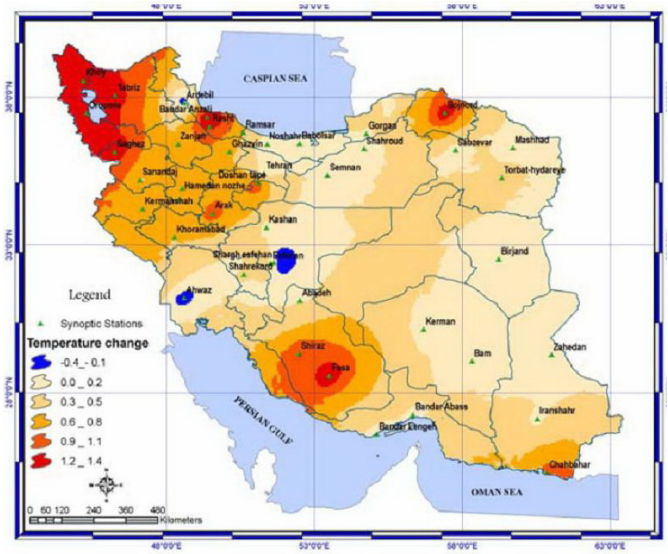


شکل ۱-۱- تفاوت بارش کشور بین دوره آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۰) با دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۷۶، (۵).

- آستانه بارش‌های با دوره‌های ۵ ساله (بارش‌های سنگین) و ۱۵ ساله (بارش‌های خیلی سنگین)، به ترتیب، با ۱۳ و ۳۹ درصد افزایش در مقایسه با دوره آماری،

به ۲۳۷/۰ و ۳۷۸/۸ میلی‌متر خواهند رسید. با توجه بـه کـاهش بـارش کـشور و همچنین، افزایش آستانه بارش‌های حدی، به نظر می‌رسد که در دهه‌های آینـده وقوع رخدادهای سیل افزایش یابد.

- میانگین دما در دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۹ میلادی، به طور متوسط ۰/۵ درجـه سلسیوس در مقایسه با دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۷۶ افزایش می‌یابد، که بیـشترین افزایش ماهانه مربوط به ماههای سـرد سـال، بـه میـزان ۰/۷ درجـه سلـسیوس خواهد بود.
- بیشترین افزایش میانگین دما در بین استان‌های کشور، در استان‌هـای خراسـان شمالی، آذربایجان غربی و شرقی، به ترتیب، بـه میـزان ۱/۴ و ۱/۳ و ۱/۲ درجـه سلسیوس اتفاق خواهد افتاد. استان‌های دیگر که با افـزایش قابـل ملاحظـه دمـا مواجه هستند، عبارت از گیلان، زنجان، کردستان، کرمانـشاه، لرسـتان، مرکـزی، همدان، فارس و جنوب سیستان و بلوچـستان مـی‌باشـند. بـه طـور کلـی، بجـز بخش‌هایی از دو استان خوزستان و اصفهان، میانگین دمـا در سـایر اسـتان‌هـای کشور افزایش خواهد یافت (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- تفاوت میانگین دمای کشور بین دوره آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۰) با دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۷۶، (۵)

- میانگین دمای بیشینه کشور به میزان ۰/۵ درجه سلسیوس در دهه ۲۰۲۰ افزایش می‌یابد. بیشترین افزایش دماهای بیشینه، به طور عمده در ماه‌های نوامبر، ژانویه و مارس (تقریباً معادل با ماه‌های آبان، دی و اسفند شمسی) و به مقدار ۰/۹ درجه سلسیوس رخ می‌دهد.
- بیشترین افزایش تعداد روزهای داغ (روزهای با دمای بیشینه بیش از ۳۰ درجه سلسیوس) در بین ماه‌های سال مربوط به نوامبر (آبان) با ۱/۵ روز افزایش، و در بین ایستگاه‌های کشور مربوط به چابهار با ۴۴/۲ روز افزایش می‌باشد.
- افزایش تعداد روزهای داغ در استان سیستان و بلوچستان و بخش‌هایی از استان خراسان شمالی، آذربایجان شرقی و غربی و استان فارس در مقایسه با سایر مناطق کشور بیشتر است. به طور کلی، تعداد روزهای داغ در کشور افزایش می‌یابد، اما در مناطقی از استان‌های سمنان، گلستان، مازندران، خراسان جنوبی، اصفهان، فارس و تهران تا ۵ روز کاهش می‌یابد.
- میانگین دمای کمینه ماهانه نیز در مقایسه با دوره آماری افزایش می‌یابد، که بیشترین افزایش ماهانه معادل ۰/۵ درجه سلسیوس در ماه‌های سرد سال خواهد بود.
- تعداد روزهای یخبندان (روزهای با دمای کمینه صفر درجه سلسیوس یا کمتر از آن) در کشور کاهش می‌یابد، که بیشترین آن در ماه نوامبر به تعداد ۱/۲ روز خواهد بود. بیشترین کاهش تعداد روزهای یخبندان در ایستگاه خوی به تعداد ۲۳ روز می‌رسد، در حالی که تعداد روزهای یخبندان در بخش‌هایی از استان‌های اصفهان، کرمان و سیستان و بلوچستان تا حداکثر ۷ روز افزایش خواهد یافت.
- تعداد روزهای تر (روزهای با بارش بیشتر از ۰/۱ میلی‌متر) در استان‌های واقع در شمال غرب کشور، بخش‌هایی از اردبیل، مازندران، تهران و خراسان رضوی، و همچنین، اصفهان، فارس، یزد، هرمزگان، جنوب کرمان و جنوب سیستان و بلوچستان افزایش می‌یابد.
- کاهش تعداد روزهای تر به طور عمده در ماه‌های سرد سال اتفاق می‌افتد، و در تعداد روزهای همراه با بارش فصل تابستان تغییر عمده‌ای مشاهده نخواهد شد.
- تعداد روزهای خشک (روزهای فاقد بارش یا دارای بارش کمتر از ۰/۱ میلی‌متر)

در استان‌های غربی و جنوب شرقی کشور افزایش چشمگیری خواهد داشت، که بیشترین آن به تعداد ۳۶ روز، در استان‌های سیستان و بلوچستان و کرمانشاه اتفاق می‌افتد. به جز استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، بخش‌هایی از خراسان رضوی، اصفهان، فارس، کرمان و سمنان، در سایر استان‌ها تعداد روزهای بدون بارش افزایش می‌یابد.

ب- دراز مدت (تا سال ۲۱۰۰ میلادی)

هوای کشور در دوره زمانی ۲۰۹۹-۲۰۹۰، بین ۵-۲/۵ درجه سلسیوس گرمتر خواهد شد (۲۶). در دوره زمانی ۲۰۹۹-۲۰۹۰، بارندگی در فصل زمستان (دسامبر الی فوریه) در غرب کشور ۲۰-۱۰ درصد کاهش می‌یابد، و بارندگی در استان‌های جنوب دریای خزر و همجوار با رشته کوه‌های البرز در فصل تابستان (جون الی آگوست) بین ۱۰ تا بیش از ۲۰ درصد کاهش می‌یابد (۲۶). کاهش شدید بارندگی در فصل زمستان در خوزستان، جنوب ایران و مناطق همجوار رشته کوه‌های البرز نیز اتفاق خواهد افتاد و مناطق همجوار رشته کوه‌های البرز، کاهش بارش زمستانه و تابستانه را خواهند داشت (۳۷).

با در نظر گرفتن سه وضعیت متفاوت برای انتشار گازهای گلخانه‌ای، که عامل گرم شدن و تغییر اقلیم جهانی است، تغییرات میانگین دما و بارش کل کشور تا سال ۲۱۰۰ میلادی، در جدول ۱-۸ ارائه می‌شود.

جدول ۱-۸- تغییرات میزان دما و بارندگی کل کشور تا سال ۲۱۰۰ (۱۸)

سناریو	میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای	افزایش میانگین سالانه دما (درجه سلسیوس)	کاهش میزان بارش (درصد)
۱	کم	۱/۵ – ۱	۱۹/۱ – ۱۱/۰
۲	ثابت در حد میزان فعلی	٤/۱ – ۲/۵	۵۰ – ۳۰/۹
۳	زیاد	۷/۷ – ۵/۹	۸۰/۰ – ۵۸/۰

۱-۶-۲- تغییر اقلیم و وضعیت منابع پایه (خاک و آب)

الف- خاک

سلامت و کیفیت خاک از عوامل مهم در تعیین درجه حساسیت و آسیب‌پذیری مناطق کشاورزی است. مناطقی که کیفیت و سلامت خاک آنها به دلیل کشت‌های متراکم، فرسایش آبی و بادی، شوری و ماندابی بودن شکننده است، نسبت به اثرات سوء تغییر اقلیم حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر می‌باشند. اکثر خاک‌های فلات مرکزی ایران، نواحی شرقی، ساحلی جنوب و جنوب شرقی کشور دارای محدودیت‌های شدید تا خیلی شدید می‌باشند، به طوری که این مناطق را در مقابل تغییرات اقلیم آسیب‌پذیر می‌سازد.

عوامل مختلف فیزیکی (مانند فرسایش، تراکم و فشردگی خاک)، شیمیایی (مانند موادآلی، اسیدیته و شوری) و بیولوژیکی (مانند جمعیت و نوع ریزجانداران خاکزی) در سلامت خاک تأثیرگذار هستند، که بخش عمده این عوامل تحت تأثیر مدیریت کشاورز (بهره‌بردار) قرار دارند. مهمترین این عوامل در کشور فرسایش، فقر مواد آلی، وضعیت رطوبت خاک و شوری در اغلب خاک‌های کشور است.

فرسایش: عمده‌ترین علت تخریب خاک در کشور فرسایش آبی و بادی است. افزایش گاز کربنیک (CO_2) آتمسفر به دلیل خاصیت کودی CO_2، می‌تواند منجر به افزایش پوشش گیاهی طبیعی، و در نتیجه، حفاظت بهتر خاک در برابر فرسایش‌های آبی و بادی گردد. لیکن، در مناطقی که پوشش گیاهی طبیعی و پوشش گیاهان زراعی (مانند زمینهای دیم)، در اثر کاهش چشمگیر بارندگی کاهش یابد، تخریب ساختمان خاک، افزایش رواناب و افزایش فرسایش، به ویژه در زمینهای شیبدار، بسیار محتمل خواهد بود.

وضعیت رطوبت خاک: نگهداری و در دسترس قرار دادن آب برای گیاه ازجمله وظایف مهم خاک در فرآیند تولید انواع محصولات زراعی و باغی است. تولید محصولات دیم، به مقدار زیادی وابسته به ذخیره رطوبت در خاک می‌باشد. رژیم آبی خاک، اغلب تحت تأثیر تغییر در میزان بارش فصلی قرار دارد. طبق گزارش پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران (۵)، میزان بارندگی کشور در ماه‌های سرد سال و فصل بهار در دوره زمانی ۲۰۳۹-۲۰۱۰ نسبت به دوره ۲۰۰۵-۱۹۷۶ میلادی، کاهش می‌یابد. افزایش دما باعث افزایش

میزان تبخیر آب از خاک و تبخیر- تعرق شده، و در نتیجه خاک زودتر خشک می‌شود. نتایج مدل HadCM2 (سالهای ۲۱۰۰-۲۰۷۰ نسبت به ۱۹۹۰-۱۹۶۰) نشان می‌دهد که مناطق غربی، و به خصوص شمال غرب کشور، شاهد تغییرات میانگین رطوبت خاک زیادی در فصل بهار خواهد شد (۱۰). به عبارت دیگر، خاکهای استان‌های واقع در این مناطق در فصل بهار خشک‌تر خواهند بود (۱۰- الی ۵۰- میلی‌متر).

شوری خاک: شوری خاک از عمده مسائل محدودکننده کشاورزی در کشور است. از جمله علل بروز شوری خاک، مقدار قابل توجه میزان تبخیر در کشور می‌باشد. افزایش دما باعث افزایش پتانسیل تبخیر آب از خاک، و در نتیجه، افزایش خطر شور شدن خاک می‌گردد. طبق گزارش پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران، استان‌های خراسان شمالی، گیلان، فارس، بوشهر، نواحی جنوب سیستان و بلوچستان (چابهار) و شمال غرب کشور، بیشترین افزایش دمای میانگین (بین ۰/۹ تا ۱/۴ درجه سلسیوس) را تا سال ۲۰۳۹ میلادی خواهند داشت. برای استان‌های گلستان، بخشی از سمنان، یزد، کرمان، هرمزگان، شمال و جنوب خوزستان، بخشی از اصفهان، مرکزی، قم، قزوین، زنجان و اکثر استان‌های شمال غرب کشور بین ۰/۸-۰/۳ درجه سلسیوس افزایش دما پیش‌بینی می‌شود (۵). افزایش خطر شوری در این مناطق، بیشتر در زمینهای تحت آبیاری (فاریاب) محتمل می‌باشد. زیرا، در صورت عدم رعایت مدیریت مناسب آبیاری، در این مناطق خطر افزایش شوری خاک به علت افزایش تبخیر و یا تبدیل زمینهای مطلوب به شور افزایش خواهد یافت، که نتیجه آن کاهش عملکرد محصولات و یا غیراقتصادی شدن تولید در این گونه زمینها می‌باشد.

ب- آب

در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳، نزدیک به ۹۰ درصد از محصولات غذایی کشور به صورت آبی تولید گردید. گرم شدن کره زمین اثرات مهمی را بر چرخه هیدرولوژی، و در نهایت، بر کشاورزی فاریاب خواهد داشت. تغییر در میزان و توزیع بارندگی، مقدار آب قابل استفاده برای آبیاری را تحت تأثیر قرار داده که خود اثرات مستقیم بر تولیدات

کشاورزی خواهد داشت. این تغییرات بر فرآیند ذخیره‌سازی رطوبت در خاک نیز تأثیرگذار هستند. حساسیت منابع آب به تغییر اقلیم بسیار زیاد است، لیکن، این حساسیت در نواحی مختلف کشور متفاوت است.

افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم، باعث تسریع در ذوب برفهای زمستانی و تغییر در جریان‌های زمستانی آب‌های سطحی خواهد شد. بدین ترتیب، وقوع رواناب‌های حاصل از فصل بهار به فصل زمستان تغییر زمانی پیدا خواهند کرد، که موجب افزایش حجم رواناب در زمستان و کاهش آن در بهار خواهد شد. طبق گزارش پژوهشکده اقلیم‌شناسی ایران، استان‌های شمال غرب کشور، استان‌های فارس و خراسان شمالی دارای بیشترین افزایش دما (بین ۱/۴-۰/۶ درجه سلسیوس) خواهند بود، که موجب افزایش احتمال وقوع پدیده‌های فوق در این مناطق خواهد شد (۵).

مناطقی که در اثر بالا آمدن سطح آب سطوح آبی دچار گرفتگی و سیل‌زدگی می‌شوند، و همچنین مناطقی که کمبود آب دارند، در مقابل تغییرات اقلیمی حساس‌تر بوده و تولیدات کشاورزی، و در نتیجه مردمی که به طور مستقیم وابسته به آن هستند، آسیب‌پذیرتر می‌باشند. بنابراین، نواحی ساحلی دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان، و همچنین استان‌های خشک و نیمه‌خشک کشور، که در اقلیم آینده کاهش بارندگی و افزایش دما را در پیش دارند (مانند سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی و جنوبی، کرمان، فارس، خوزستان و فلات مرکزی)، از مناطق آسیب‌پذیر و حساس کشاورزی نسبت به تغییر اقلیم آینده می‌باشند.

۱-۶-۳- تغییر اقلیم و وضعیت تولیدات غذایی

آسیب‌پذیرترین نوع تولیدات کشاورزی کشور، تولیدات دیم است. این نوع تولید بسیار وابسته به میزان و توزیع فصلی بارندگی بوده، و در نتیجه، تغییر رژیم بارندگی در اثر تغییر اقلیم آینده در کشور، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی تولید محصولات دیم خواهد داشت. به طور کلی از میان متغیرهای اقلیمی، بارندگی و دما بیشترین تأثیر را بر رشد و عملکرد محصولات دیم دارند. طبق گزارش پژوهشکده اقلیم شناسی ایران (۵)،

استانهای عمده دیمکاری کشور تا سال ۲۰۳۹ میلادی، به ویژه در غرب کشور، بیشترین کاهش میزان بارندگی و افزایش دما را خواهند داشت. نصیری و همکاران (۲۰۰۶) وضعیت تولید و سطح زیر کشت گندم دیم را در ۱۲ منطقه عمده دیمکاری کشور بررسی کردند (۳۰). در بررسی آنها از مدل UKMO برای پیش‌بینی اقلیم آینده و مدل WOFOST برای شبیه‌سازی رشد گندم دیم (رقم سرداری) استفاده شد. افزایش دمای هوا طی دوره رشد رقم سرداری (بهار و اوایل تابستان) در سالهای ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ میلادی، به ترتیب ۳/۵ و ۴/۲ درجه سلسیوس پیش‌بینی گردید. طبق نتایج شبیه‌سازی رایانه‌ای، میزان رشد گندم دیم در کلیه مناطق مورد مطالعه ۳۰-۲۱ درصد در سال ۲۰۲۵، و ۴۱-۳۲ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش نشان می‌دهد (جدول ۱-۹). همچنین عملکرد محصول در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰، به ترتیب، ۲۰-۱۵ و ۳۳-۲۱ درصد کاهش خواهد یافت. میانگین کاهش رشد و عملکرد محصول در سال‌های ۲۰۲۵، به ترتیب، ۲۶ و ۲۰ درصد، و در سال ۲۰۵۰، به ترتیب، ۳۶ و ۳۷ درصد پیش‌بینی شده است (جدول ۱-۹). نامبردگان همچنین پیش‌بینی کرده‌اند که سطح زیر کشت گندم دیم در سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰، به ترتیب ۲۵-۱۶ و ۳۳-۲۳ درصد کاهش یابد (۳۰).

تولیدات آبی، در صورت فراهمی آب، نسبت به تولیدات دیم حساسیت کمتری دارند. فراهمی آب برای آبیاری در سطح زیرکشت، میزان تولید و عملکرد محصولات آبی بسیار تأثیرگذار است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، اگر نیاز به آبیاری در اثر تغییر اقلیم افزایش یابد، و مشکل کمبود آب و ذخیره‌سازی آن وجود داشته باشد، سطح زیر کشت و عملکرد محصولات آبی کاهش خواهد یافت.

از موارد مهم اقتصادی- اجتماعی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی، تأثیر آن بر معیشت و درآمد کشاورزان است. در کشور هند پیش‌بینی شده است که درآمد خالص در سطح مزرعه به ازای ۳/۵-۲ درجه سلسیوس افزایش دما، بین ۲۵-۹ درصد کاهش خواهد یافت (۳۲). بررسی همه‌جانبه اقتصادی در این زمینه مهم در کشور انجام نشده است. آسیب‌پذیری شدید اقتصادی بیشتر در مناطقی خواهد بود که سهم زیادی از جمعیت وابسته به بخش کشاورزی هستند. در مجموع، تغییر اقلیم آینده می‌تواند کاهش درآمد کشاورزان را به دنبال داشته باشد، که در نتیجه آن، انگیزه تولید

محصولات زراعی کاهش خواهد داشت. این موضوع می‌تواند اثرات غیرمستقیمی نیز بر الگوی تجارت، توسعه و امنیت غذایی داشته باشد (۱۵).

جمعیت، درآمد و رشد اقتصادی، همگی می‌توانند بر شدت اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی، گرسنگی و سوء تغذیه تأثیرگذار باشند. بنابراین، استان‌هایی که از حیث درآمد، رشد جمعیت و توسعه اقتصادی وضعیت نامساعدتری نسبت به استان‌های دیگر دارند، نسبت به اثرات نامطلوب تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر می‌باشند.

جدول ۱-۹- کاهش میانگین میزان رشد و عملکرد گندم دیم (رقم سرداری) در مناطق مختلف، برای سال‌های ۲۰۲۵ و ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۰۰ (۳۰)

منطقه	درصد کاهش میزان رشد		درصد کاهش عملکرد	
	۲۰۲۵	۲۰۵۰	۲۰۲۵	۲۰۵۰
اراک	۲۱	۳٤	۱۸	۲٤
همدان	۲۸	۳۷	۲۲	۲۹
کرمانشاه	۲۷	۳٦	۲۰	۲۷
خرم‌آباد	۲۹	۳۷	۲۲	۲۸
خوی	۲٤	۳۵	۲۰	۳۱
ارومیه	۲۸	۳۹	۱٦	۲۳
قزوین	۲۹	۳۸	۲۵	۳۳
سقز	۲٤	۳۳	۱۹	۲٦
سنندج	۲۱	۳۲	۱۷	۲۵
شهرکرد	۳۰	٤۱	۲۱	۲۹
تبریز	۲۳	۳٦	۱۵	۲۱
زنجان	۲۳	۳۸	۲٤	۳۱
میانگین	**۲٦**	**۳٦**	**۲۰**	**۲۷**

۱-۷- ظرفیت‌های جدید برای تقویت امنیت غذایی

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 می‌نماید. از این رو، ارائه راهکاری عملی، اقتصادی و منطقی جهت بهبود شرایط حاضر، بهره برداری از منابع پایه موجود در کشور به منظور افزایش تولیدات مورد نیاز کشاورزی، و ایجاد اشتغال از اهمیتی ویژه و اساسی در کشور برخوردار است. همچنین، مسئله گرم شدن هوا و کاهش نزولات جوی که پیامدهای ناشی از گازهای گلخانه‌ای می‌باشند، نیز اثرات نامطلوب بر محدود شدن منابع پایه، و در نتیجه، افزایش اهمیت استفاده از منابع خاک و آب نامتعارف است. منابع نامتعارف مهم خاک و آب شامل زمینهای شور، زمینهای بیابانی، اراضی حاشیه‌ای و مخروبه، پساب‌ها (پساب‌های کشاورزی، شهری و صنعتی)، زه‌آب‌های شور کشاورزی و منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی می‌باشند. خوشبختانه، تنوع ژنتیکی گیاهی و جانوری وسیعی در کشور به چشم می‌خورد، که در صورت ارائه راهکارها و راهبردهای عملی و کارشناسانه، می‌توان با بهره‌گیری از منابع آب و خاک نامتعارف، که در حال حاضر غیرقابل استفاده حسوب می‌شوند، میزان تولیدات کشاورزی و راندمان مصرف آب را در کشور افزایش داده و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید نمود. بهره‌برداری از منابع آب و خاک نامتعارف، راهکارهایی نامتعارف، ولیکن منطقی را می‌طلبد. از آنجا که بخش وسیعی از مساحت کشور خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، این راهکارها می‌تواند بازتاب‌های مثبت اقتصادی-اجتماعی گسترده‌ای در سطح کشور، به ویژه در مناطق روستایی، را به دنبال داشته باشد.

هر چند تنها ۱۰ درصد از زمینهای شور جهان در اثر عوامل انسانی ایجاد شده‌اند، لیکن، یک سوم تا یک دوم زمینهای فاریاب جهان مبتلا به شوری هستند (۴۲). از این رو، در گام اول پیشگیری از شور شدن زمینهای غیرشور از حیث اقتصادی و اجتماعی از نیازهای ضروری و فوری کشورهای مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. در حدود ۹۰ درصد از زمینهای شور جهان طی فرآیندهای طبیعی به وجود آمده است. همچنین،

بیش از ۹۷ درصد از منابع آب کره زمین نیز شور می‌باشد، لیکن، در همین محیط‌های شور (خاک و آب) ، حیات و زندگی وجود و استمرار دارد. زمینهای شور نیز دارای قابلیت‌های تولید و بهره‌وری هستند، لیکن این قابلیت‌ها تحت مدیریت‌های متداول قابل بهره‌برداری پایدار نمی‌باشند. قابلیت تولید در شرایط شور یکسان نبوده و متناسب با شرایط محیطی و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، تغییر می‌یابد. بنابراین، اعمال مدیریت خاص با توجه به جنبه‌های اقتصادی و استفاده پایدار از زمینهای بسیار شور و متفاوت با کشاورزی رایج که ممکن است تحت شرایط فعلی غیر سودآور و ناپایدار باشد، ضروری است. با توجه به گستردگی اراضی شور در کشور، وجود حجم بسیار قابل ملاحظه از منابع آب شور، گستردگی اقلیم خشک در کشور، اثرات نامناسب تغییر اقلیم آینده ایران، افزایش جمعیت و معضلات اقتصادی-اجتماعی متعدد در جوامع ساکن در این مناطق، موفقیت برنامه‌های فقرزدایی کشور نیازمند توجه به رویکردها و فن‌آوری‌های جدیدی است که توأم با کشاورزی رایج، استفاده پایدار از این منابع را نیز میسر کند. 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)[1] قابل ملاحظه
- متحمل به تنش شوری
- متحمل به سایر تنش‌های محیطی مانند خشکی و ماندابی بودن خاک‌ها

در گزارش نهایی طرح ملی *تعیین اولویت‌های تحقیقاتی بخش آب در برنامه ملی تحقیقات کشور* در سال ۱۳۸۱ به امر لزوم بهره‌برداری پایدار از منابع آب و خاک نامتعارف توجه جدی مبذول گردیده است (جدول ۱-۱۰). با این وجود، در سالهای اخیر ارائه راهکارهایی منطقی و کاربردی برای نیل به این مهم چندان چشمگیر نبوده است. با توجه به تنوع ژنتیکی گیاهی و دامی کشور و نیز، نیروی کار جوان و قابل ملاحظه، می‌توان از زمینهای وسیع شور و مسئله‌دار و منابع آبهای نامتعارف و شور در منطقه بهره‌برداری اقتصادی نمود، و فرصت‌های شغلی و درآمد برای بهره‌برداران ایجاد کرد. در

1- Biomass

این راستا، "شورورزی" رویکردی کاربردی و مناسب به منظور نیل به اهداف فوق می‌باشد، که در فصل‌های بعدی این مجموعه به تفصیل به آن پرداخته خواهد شد.

جدول ۱-۱۰- برخی از اولویت‌های تحقیقاتی بخش آب در برنامه ملی تحقیقات کشور در سال ۱۳۸۱ (۸)

بخش	اولویت	شماره موضوع	موضوع
منابع آب	۱	۱	بررسی مسأله تداخل آب شور و شیرین در زمینهای ساحلی (دریا، رودخانه و ...) و کفه‌های تخلیه جریان‌ها و مدیریت بهره‌برداری
	۲	۸	تغییرات کمی و کیفی آبخوان‌ها
		۹	بهره‌برداری از منابع آب نامطلوب
	٤	۱	نفوذ شوری از دریا به رودخانه
		۹	شیرین‌سازی آب‌های شور ساحلی
برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصادی آب	۱	۱۰	مدیریت بهینه بهره‌برداری از مخازن آب لب شور در کشور
	۲	۱	روش‌های تلفیقی استفاده از منابع آب با کیفیت‌های مختلف و تهیه مدل مناسب
آبیاری و زهکشی	۱	۱	تحقیق در زمینه استفاده از آب‌های با کیفیت نامطلوب در آبیاری (آب شور، زه‌آب، پساب، فاضلاب و ...) با در نظر گرفتن کلیه جوانب و تعیین روابط آب-شوری-محصول
		٦	بررسی روش‌های مدیریت آبیاری در زمینهای شور و سدیمی
		۹	تحقیق در زمینه زهکشی زمینهای سنگین، سبک، شور و سدیمی و تعیین الگوی مناسب فاصله زهکش‌ها، تجهیزات، مصالح و مدیریت نگهداری و بهره‌برداری
		۱۳	تحقیق در زمینه معرفی ارقام مقاوم به خشکی و شوری با استفاده از روش‌های زراعی نظیر. کشت نشاء به جای دانه و معرفی ارقام با طول دوره رشد کوتاه‌تر، برای تولید محصول با کاهش مصرف آب
	۲	۸	آب آبشویی
		۱۳	تطبیق روش‌های آبیاری تحت فشار با شرایط کشور و کاربرد آب شور در آن

۱-۸- فهرست منابع

۱- بای‌بوردی، م. ۱۳۸۴. منابع آب ایران. در *خاکهای ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری*. ص ۱۵۲-۱۱۱. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۲- بی‌نام. ۱۳۸۴. مفاهیم و تعاریف. کشاورزی پایدار، شماره بهار و تابستان، ص ۴.

۳- بی‌نام. ۱۳۸۶ الف. مفاهیم و تعاریف. کشاورزی پایدار، شماره ۱، ص ۷۴-۷۳.

۴- بی‌نام. ۱۳۸۶ ب. مفاهیم و تعاریف. کشاورزی پایدار، شماره ۳، ص ۵۲-۵۱.

۵- پژوهشکده اقلیم‌شناسی. ۱۳۸۶. مدلسازی اقلیم ایران در دوره ۲۰۳۹-۲۰۱۰ با استفاده از ریز مقیاس‌نمایی آماری خروجی مدل ECHO-G. پژوهشکده اقلیم‌شناسی، مشهد، ایران.

۶- خورسندی، ف. ۱۳۸۰. گزارش بازدید از استان‌های اصفهان، خوزستان، فارس و گلستان. مرکز ملی تحقیقات شوری، یزد.

۷- دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۵. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳: جلد اول. معاونت امور برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

۸- عزیزی زهان، ع.الف. ۱۳۸۲. بهره برداری و مدیریت پایدار آب و خاک شور در کشاورزی. کارگاه تخصصی بررسی مکانیزم‌های مقاومت به شوری و راهکارهای شناسایی ارقام مقاوم جهت کشت در منطقه سیستان، ۲۱ و ۲۲ خرداد ۱۳۸۲، دانشگاه زابل.

۹- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۳۸۱. استفاده از آبهای شور در کشاورزی پایدار. شماره انتشار ۶۹، گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ایران.

۱۰- مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی. ۱۳۸۴. بررسی مدل‌های جهانی اقلیم در منطقه و ایران. مدیریت امور پردازش و تنظیم یافته‌های تحقیقاتی، تهران، ایران.

۱۱- مرکز آمار ایران. ۱۳۸۶. تازه‌های آمار. شماره ۵۶.

۱۲- موسسه اطلاعات و پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. ۱۳۸۱. گزارش هم اندیشی آب و کشاورزی. شماره محور ۲۸. موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تهران، ایران.

۱۳- مومنی، ع. ۱۳۸۴. وسعت و پراکنش جغرافیایی خاکهای مسئله‌دار. در *خاکهای ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری*. ص ۲۱۲-۲۰۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۱۴- میرابوالقاسمی، ه. ۱۳۷۸. بحران آب و لزوم توجه به رودخانه‌های شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور. کارگاه آموزشی مدیریت استفاده از آب‌های شور، ص. ۷۶-۵۹.

۱۵- واثقی، الف. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2) در ایران و اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی (اقتصاد کشاورزی)، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

16- Al-Attar, M. 2002. Role of biosaline agriculture in managing freshwater shortages and improving water security. In Proceeding of the World Food Prize conference, From Middle East to Middle West: Managing Freshwater Shortages and Regional Water Security. October 24-25, 2002, pp. 1-10.

17- Cheraghi, S.A.M. 2004. Institutional and scientific profiles of organizations working on saline agriculture in Iran. *In* Prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula: Proceeding of the International Seminar on Prospects of Saline Agriculture in the GCC Countries. Taha, F.K., S. Ismail and A. Jaradat (Eds.), 18-20 March 2001, Dubai, United Arab Emirates, pp. 399-412.

18- Department of Environment. 2003. Iran's Initial National Communicatin to UNFCCC. National Climate Change Office, Department of Environment, Tehran, I.R. Iran, pp 147.

19- Dregne, H, M. Kassas and B. Razanov. 1991. A new assessment of the world status of desertification. Desertification Control Bulletin (UNEP) 20:6-18.

20- FAO Land and Plant Nutrition Management Service. 2006. Available online: www.fao.org/ag/agl/agll/spush.

21- FAO. 1996. Fact Sheets. World Food Summit, November 1996, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

22- FAO. 2005. Agricultural trade and poverty: Can trade work for the poor? Food and Agriculture Organization of the UN, Rome.

23- Ghassemi, F., A.J. Jakeman and H.A. Nix. 1995. Salinisation of land and water resources: Human causes, management and case studies. University of New South Wales Press, Sydney, Australia.

24- Glenn, E.P., J.J. Brown and J.W. O'Leary. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, August:76-81.

25- ICBA. 2001. Strategic plan 2000-2004. International Center for Biosaline Agriculture, Dubai, UAE.

26- IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate change 2007: The physical science basis. Summary for policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC secretariate, WMO, Geneva, Switzerland, pp. 21.

27- Le Houerou, H.N. 1998. Water development and desertification.Desertification Control Bulletin 33: 38-43, UNEP.

28- Massoumi, A.M. 1976. Saline water classification in Iran. In: Managing Saline Water for Irrigation. Proceedings of the International Salinity Conference, Texas Tech Univ., Lubbock, Texas, pp. 455-465.

29- Ministry of Jihad-e-Agriculture of Iran. 2007. National strategy and action plan on drought preparedness, management and mitigation in the agriculture sector: Islamic Republic of Iran. Final report TCP/IRA/3003, Deputy Ministry of Agronomic Affair, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, I.R. Iran.

30- Nassiri, M., A. Koocheki, G.A. Kamali and H. Shahandeh. 2006. Potential impact of climate change on rainfed wheat production in Iran. Archives of Agronomy and Soil Sci. 52(1):113-124.

31- Qureshi, A.S., M. Qadir, N. Heydari, H. Turral and A. Javadi. 2007. A Review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. IWMI working paper 125, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka, p. 30.

32- Selvarajan, S., B.C. Roy and Mruhyyunjaya. 2002. Use of vulnerability indices for agriculture. http://www.unep.org/dpdl/indiaworkshop/documents/TS3_2_1.doc

33- Shiklomanov, I.A. 1991. The world's water resources. *In* Proceedings of International Symposium to Commemorate 25 Years of the IHP, UNESCO/IHP, pp. 93-126.

34- Siadat H., M. Bybordi and M.J. Malakouti. 1997. Salt-affected soils of Iran: a country report. International Symposium on Sustainable Management of Salt-affected Soils in the Arid Ecosystems, Cairo, Egypt.

35- Stenhouse, J. and J.W. Kijne. 2006. Prospects for productive use of saline water in West Asia and North Africa. Research Report no. 11. Available online: www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/CA%20Research%20Reports/CARR%2011.pdf

36- Szabolcs, I. 1989. Salt-affected soils. CRC Press, Boca Raton, Florida, p 274.

37- Thomas, R.J. E. de Pauw, M. Qadir, A. Amri, M. Pala, A. Yahyaoui, M. El-Bouhssini, M. Baum, L. Iñiguez and K. Shideed. 2007. Increasing the resilience of dryland agro-ecosystems to climate change. SAT eJournal, 4(1):1-23.

38- UNEP. 2002. Global Enivronment Outlook 3. State of the Environment and Policy Retrospective 1972-2002. Nairobi, Kenya.

39- UNESCWA. 1999. Updating the assessment of water resources in ESCWA member states. ESCWA/ENR/1999/WG.1/7, United Nations Economic and Social Commission for West Asia, Beirut, Lebanon.

40- UNISDR. 2008. Terminology: Basic terms of disaster risk reduction. UN International Strategy for Disaster Reduction. www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm

41- Wallace, J.S., and P.J. Gregory. 2002. Water resources and their use in food production system. Aquat. Sci., 64:363-375.

42- Yensen, N. 2000. New horizons in the use of saline resources. J. of the Australian Assoc. of Natural Resources Management. June:4-8.

فصل دوم

کشاورزی پایدار و شورورزی

۲-۱- کشاورزی پایدار

مفاهیم *توسعه پایدار* و *کشاورزی پایدار* در دو دهه اخیر وارد فرهنگ توسعه اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی جهان شده و به سرعت توجه اندیشمندان و برنامه‌ریزان را به خود جلب نموده است. توسعه به معنای استنتاج و استخراج توانمندی‌ها و امکانات بالقوه می‌باشد، بدین مفهوم که وضعیتی پیشرفته‌تر و یا مؤثرتر حاصل گردد، و وضع موجود را ارتقاء و بهبود بخشد (۲). واژه پایداری، استمرار و ثبات را در ذهن تداعی می‌نماید. توسعه پایدار در تعریف سازمان خواربار وکشاورزی جهانی (فائو)، مدیریت و نگهداری منابع طبیعی و جهت بخشی فن‌آوری و ساختار اداری است، به طوری که تأمین مداوم نیازهای انسانی و رضایتمندی نسل حاضر و نسل‌های آینده را تضمین نماید (۱۴). بنابراین پایداری دارای ابعاد فن‌آوری، زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی می‌باشد.

امنیت غذایی و پایداری در تولید مواد غذایی برای افراد جامعه از ارکان مهم توسعه پایدار هر جامعه می‌باشد. بخش کشاورزی رسالت مهم تأمین نیازهای غذایی انسان، و همچنین ایجاد و ارتقاء امنیت غذایی را به عهده دارد. علاوه برآن، این بخش با ایجاد اشتغال نقش مهمی در معیشت خانوارهای روستایی و پویایی اقتصاد ملی ایفا می‌نماید. از آنجا که کشاورزی و تولید محصولات غذایی عمدتاً در مناطق روستایی انجام می‌پذیرد. توسعه پایدار روستایی نقشی بنیادین در نیل به توسعه پایدار ایفا می‌نماید. *توسعه پایدار روستایی* تحولات مستمر و همه جانبه و مبتنی بر رویکردی جامع‌نگر است که در چارچوب آن ظرفیت‌ها و توانایی‌های اجتماعات روستایی برای رفع نیازهای مادی و معنوی، و مشارکت مؤثر آنها برای ارتقاء کیفیت زندگی در فرآیندهای شکل‌دهنده نظام سکونت محلی (بوم‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی و سازمانی)، رشد و تعالی می‌یابد (۴).

کشاورزی پایدار، توسعه پایدار در بخش کشاورزی است. با توجه به مفهوم توسعه پایدار و رسالت بخش کشاورزی، *کشاورزی پایدار* تأمین نیازهای غذایی نسل حاضر است بدون

آنکه تأمین نیازهای نسل‌های آینده را به مخاطره اندازد. از این رو، کشاورزی پایدار با حفاظت از زمین، آب و ذخایر ژنتیکی گیاهی و جانوری همراه بوده، تخریب زیست محیطی به همراه نداشته، از فن‌آوری مناسب و سازگار با محیط زیست استفاده کرده، از نظر اقتصادی سودآور و پویا، و از جنبه اجتماعی مطلوب و مقبول است. یک برنامه موفق کشاورزی پایدار اهداف زیر را در برمی‌گیرد (۲۴):

۱- ایجاد و ارتقاء امنیت غذایی با در نظر گرفتن نیازهای نسل‌های آینده
۲- صرفه‌جویی در مصرف و حفاظت از منابع انرژی در داخل و خارج از مزرعه
۳- ایجاد و ارتقاء سودآوری بهره‌برداران در کوتاه و بلند مدت
۴- قابلیت پذیرش از سوی جامعه
۵- حفظ و بهبود نیروی حیات جامعه روستایی
۶- حفاظت از تنوع زیستی

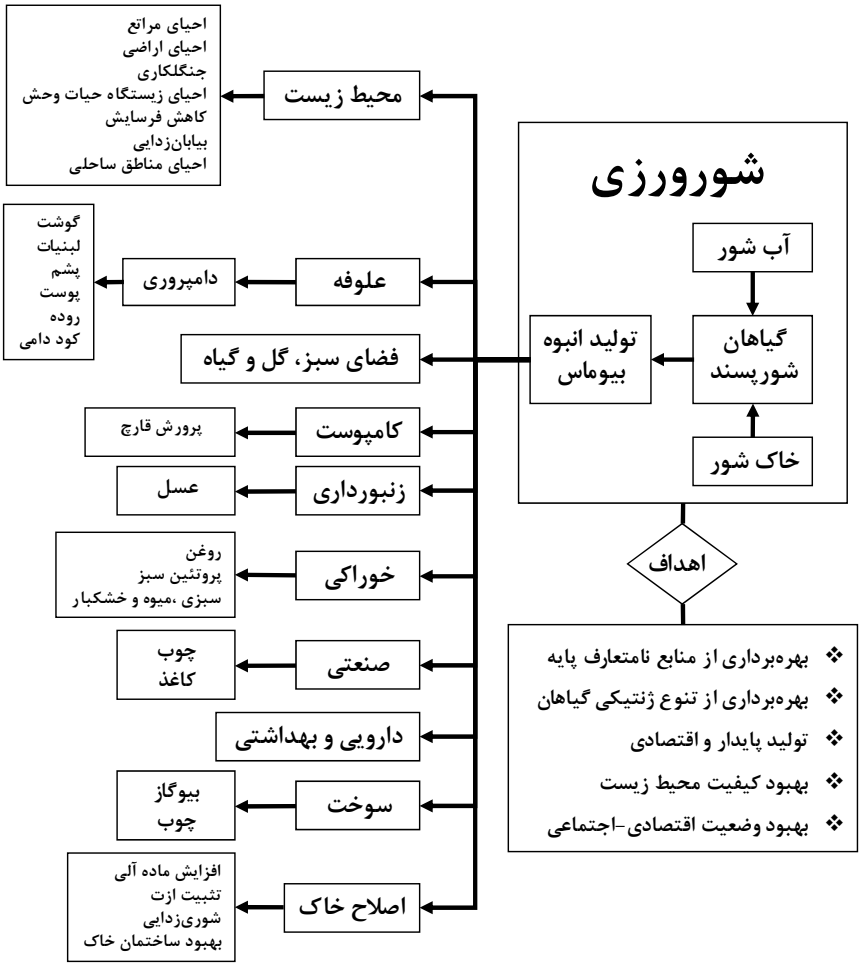
بنابراین، هدف اصلی کشاورزی پایدار تأمین نیازها و منافع نسلهای حاضر و آینده از طریق ایجاد تعادل بین چهار عامل فن‌آوری (فن‌آوری پاک و سازگار با محیط زیست)، بوم‌شناختی (بهبود کیفیت و حفظ منابع پایه)، اقتصادی (پویایی اقتصادی و سودآوری کوتاه و بلند مدت) و اجتماعی (مسئولیت پذیری، بهبود معیشت و کیفیت زندگی شخصی، خانوادگی و اجتماعی) می‌باشد.

۲-۲- شورورزی[1]

مفهوم و اهداف کشاورزی پایدار در همه شرایط یکسان است. لیکن، نحوه اجرا و رسیدن به آن اهداف بسته به زمان، مکان، زیست‌بوم، و شرایط جامعه، متفاوت است. راهکارها و راهبردهای تحقق کشاورزی پایدار در مناطق خشکی مانند سیستان، با مناطق جنگلی مانند مازندران متفاوت می‌باشد، لیکن، اهداف کلی یکسان است. *شورورزی* به طور کلی، کشاورزی پایدار در محیط‌های شور است، بدین معنی که شورورزی یک فن‌آوری با رویکرد زیست محیطی، و به منظور بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع خاک و آب

1- Haloculture

شور می‌باشد. از این رو، شـورورزی را مـی‌تـوان چنـین تعریـف کـرد: تولیـد اقتـصادی محصولات کشاورزی در محیطهای شور. شمایی کلی از شـورورزی در شـکل ۲-۱ ارائـه شده است. *محصولات کشاورزی* شامل انواع محصولات گیاهی (زراعـی، بـاغی، جنگلـی، مرتعی، صنعتی، زینتی و دارویی)، جانوری (انواع دامهای کوچک و بزرگ، زنبور و کلیـه فرآورده‌های آنها) و آبزیان (ماهی، میگو، جلبک، و غیره)، می‌باشد. منظور از *محیط‌هـای شور* همان خاک و آب شور می‌باشد. آب‌های شور خود محیط زیست و رویشگاه بسیاری از گیاهان و جانوران آبزی هستند.



شکل ۲-۱- تصویر کلی از بهره‌برداری‌های کشاورزی در شورورزی

پدیده‌های بیابان‌زایی، شور شدن اراضی، خشکسالی، و کاهش کیفی و کمی منابع آب، پیامدهای اقتصادی-اجتماعی نامطلوبی مانند کاهش، و در برخی موارد، عدم امکان تولید محصولات کشاورزی، تخریب زمینهای حاصلخیز کشاورزی، کاهش کمی و کیفی منابع آب، افزایش میزان مهاجرت از منطقه، افزایش فقر و بیکاری را به دنبال دارد. با توجه به مشکلات عمده در مناطق تحت تأثیر خشکی و شوری، و با در نظر گرفتن اهداف کشاورزی پایدار، اهداف شورورزی بهره‌برداری از منابع پایه نامتعارف و تنوع زیستی بومی به منظور تولید پایدار و اقتصادی محصولات قابل استفاده، کنترل فرسایش، احیای اراضی و بهبود کیفیت محیط زیست، و بهبود وضعیت اقتصادی-اجتماعی جوامع محلی از طریق اشتغال‌زایی و محرومیت‌زدایی می‌باشد.

لازم به ذکر است که واژه شورورزی، با توجه به مفهوم و اهداف آن، ترکیبی از دو واژه فارسی *شور* و *ورز* است. در فرهنگ دهخدا، *ورز* به معنای کسب و کار، و کشت و زرع، و *شور* به معنای محیط‌های پر نمک آمده است. از این رو، *شورورزی* اصطلاحاً یعنی کشاورزی در محیط‌های شور، که مفاهیم و اهداف آن در بالا ارائه گردید. واژه Halo در انگلیسی به معنای نمک و واژه Culture به معنای پرورش و تولید است. از این رو، واژه Haloculture به عنوان واژه معادل شورورزی در زبان انگلیسی می‌باشد.

۲-۳- سابقه تولید در محیط‌های شور

استقرار انسان در یک مکان به منظور تولید محصول، و به عبارت دیگر شروع کشاورزی، نقطه عطفی در تاریخ تمدن انسانیت است. *کشاورزی* بهره‌برداری از منابع طبیعی، یعنی خاک، آب و تنوع زیستی است. از آنجا که شرایط محیطی و اقلیمی بر تنوع زیستی (گیاهی و جانوری) در زیست‌بوم‌های مختلف اثرات اساسی دارد، از این رو، می‌توان گفت که با پیشرفت جوامع کشاورزی و علوم زراعی، انسان از منابع متنوعی برای تأمین غذای خود استفاده می‌کرده است. این زیست‌بوم‌ها شامل زیست‌بوم‌های خشک و شور نیز می‌شده است. از این رو، انسان حداقل به شکل جمع‌آوری چوب، دانه، میوه و برگ درختان و گیاهان وحشی و صیادی، از محیط‌های شور نیز بهره‌برداری کرده است.

شورورزی، شاید اولین بار با پرورش ماهی در آب‌های شور آغاز شده باشد. در کشور

مصر، پرورش ماهی تیلاپیا[1] سابقه‌ای دیرینه داشته و به عصر فراعنه می‌رسد. میوه و دانه برخی از گیاهان شورزی (هالوفیت)[2] و دریایی جزئی از غذاهای اصلی برخی از جوامع بومی بوده است. *گیاهان شورزی* گیاهانی هستند که به طور طبیعی در محیطهای شور رشد می‌کنند. در حال حاضر نیز بومیان کشور استرالیا از محصولات انواع گیاهان و درختان شورزی به عنوان غذا، دارو، مصالح ساختمانی و سوخت استفاده می‌نمایند. از گذشته، ساکنین بومی مناطق شور و بیابانی ایران از برخی گیاهان شورزی برای تعلیف دام و مصارف بهداشتی، دارویی، سوخت و حتی خوراکی استفاده می‌کردند، که هنوز هم ادامه دارد. لیکن، اطلاعات و شواهد مستندی دال بر تولید زراعی گیاهان شورزی تا قبل از قرن بیستم موجود نیست. جایگاه و اهمیت گیاهان شورزی در کشاورزی شورورزی به عنوان یک محصول زراعی، در فصل سوم به تفصیل بررسی خواهد شد.

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 آب دریا*[3] به عنوان یک نظام زراعی، اولین بار توسط Boyko و Boyko (۱۰) به جهانیان معرفی شد. آنها نشان دادند که بسیاری از گیاهان تحت آبیاری با آب شور دریا، بیش از حد آستانه تحمل به شوری[4] خود در خاک‌های شنی رشد کرده و عملکرد بالایی دارند. معدود افرادی که پس از آنها به اشاعه این نظام پرداختند، *کشاورزی آب دریا* را نوعی از سیستم زراعی تعریف کردند که در آن محصولات متحمل به شوری و یا شورزی با استفاده از آب اقیانوس و یا دریا کاشت می‌شود. با افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش نیازهای انسانی، و همچنین پیامدهای ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه گرم شدن هوا، کاهش نزولات جوی و منابع آب شیرین، استفاده از این منابع و گیاهان شورزی به صورت جدی‌تری مورد توجه قرار گرفت. از این رو، از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه تولید گیاهان شورزی در یکی از مناطق خشک ساحلی کشور مکزیک آغاز شد (۱۹). از پرمحصول‌ترین شورزی‌ها در این آزمایش بین ۲-۱ کیلوگرم در مترمربع (۲۰-۱۰ تن در هکتار) ماده خشک تولید شد، که به طور تقریبی معادل تولید یونجه با آب

1- Tilapia
2- Halophyte
3- Seawater agriculture
4- Salinity threshold value

شیرین است. سالیکورنیا، سودا (Suaeda)، آتریپلکس، باتیس (Batis) و علف شور (Distichilis) پرمحصول‌ترین گونه‌های مورد عمل بودند.

تولید موفقیت‌آمیز گیاهان شورزی در بیابان‌های ساحلی باعث شد تا منابع آب شور دیگری نیز به غیر از آب دریا برای تولید شورزی‌ها در نظر گرفته شود. از این رو، در کشورهای استرالیا، پاکستان، هند و برخی مناطق دیگر، تحقیقات در زمینه بهره‌برداری از آب‌های شور سطحی و زیرزمینی برای تولید گیاهان شورزی در عرصه‌های شور داخلی (غیر ساحلی) مورد توجه قرار گرفت. نتایج مثبت بسیاری از این تحقیقات باعث شد که در برخی موارد، به ویژه در استرالیا و پاکستان، تولید تجاری گیاهان شورزی به عنوان علوفه و مرتع در سطح محدودی آغاز گردد. به تدریج، عباراتی مانند کشاورزی شور[1] و کشاورزی شورزیست[2] وارد مفاهیم کشاورزی گردید، که در پایه و اساس یکسان هستند. کشاورزی شورزیست تولید زراعی گیاهان شورزی با کاربرد اقتصادی و مفید برای جامعه، در زمینهای شور و آبیاری با آب شور است. با تأسیس مرکز کشاورزی شورزیست[3] در دبی در سال ۱۹۹۹ میلادی، که بعدها به مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA)[4] تغییرنام 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. می‌توان گفت که کشاورزی شورزیست یا شور تکامل کشاورزی آب دریا است، و دربر گیرنده آن نظام زراعی نیز می‌باشد.

محیط‌های آبی شور نیز در چند دهه اخیر، برای بهره‌برداری و تولید اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است. البته از دوران باستان صیادی در آب‌های دریا، که در واقع بهره‌برداری از محیط‌های آبی شور است، در کلیه مناطق ساحلی جهان رواج داشته و هنوز نیز این چنین است. لیکن، در طی نیم قرن اخیر، تولید مصنوعی آبزیانی چون علف دریایی[5]، جلبک، میگو و صدف به طور جدی مورد توجه بسیاری از کشورها، به

1- Saline agriculture, Saline culture
2- Biosaline agriculture
3- Center for Biosaline Agriculture
4- International Center for Biosaline Agriculture
5- Seaweed

ویژه در کشورهای شرق آسیا، قرار گرفته است. تحقیقات متعددی که در دهه ۱۹۷۰ و بعد از آن در امریکا انجام گرفت نشان داد که از آب‌های شور زیرزمینی نیز می‌توان در عرصه‌های داخلی برای تولید آبزیانی چون ماهی و میگو بهره‌برداری کرد. با توجه به اینکه هر دو محیط آبی و خاکی شور قابلیت بهره‌برداری اقتصادی داشته، و اینکه مباحث توسعه پایدار و کشاورزی پایدار به شدت مورد توجه جوامع بین‌المللی و ملی است، نظام تولید شورورزی، به همان مفهوم که در بخش پیش تشریح شد، مطرح گردیده است. در واقع، *شورورزی* در برگیرنده *کشاورزی آب دریا* و *کشاورزی شورزیست* می‌باشد، به علاوه آنکه ظرفیت‌های محیط‌های آبی شور و قابلیت تلفیق آن با نظام‌های تولید در محیط‌های خاکی را نیز دربر می‌گیرد. همچنین، بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور در شورورزی، با دیدگاه پایداری و اهداف کشاورزی پایدار مورد توجه قرار می‌گیرد. از این رو، در شورورزی، علاوه بر تولید و بهره‌وری، حفاظت از تنوع زیستی، بهره‌برداری از منابع تولید در حد ظرفیت زیست‌بومی آنها، بهبود کیفیت محیط زیست، ایجاد و ارتقاء سودآوری اقتصادی برای بهره‌برداران در کوتاه و بلند مدت، و سرانجام، کمک به ارتقاء امنیت غذایی جوامع ساکن در مناطق بیابانی و مبتلا به شوری به طور جدی مد نظر می‌باشد.

۲-۴- شورورزی و کشاورزی رایج در محیطهای شور

دیدگاه‌های مدیریت و تولید محصولات زراعی در محیطهای شور، در کشاورزی رایج و شورورزی متفاوت می‌باشند. در کشاورزی رایج، محیط شور را بر اساس نیاز گیاه با انجام اقداماتی اصلاح می‌کنند تا شرایط برای رشد گیاه فراهم گردد. این اقدامات شامل اختلاط آب شور با غیرشور، آبشویی خاک با آب مناسب و جمع‌آوری و دفع زه‌آب از طریق احداث شبکه‌های زهکشی می‌باشد. لیکن، در شورورزی گیاهانی برای کشت انتخاب می‌شوند که به طور طبیعی با محیط شور سازگار و متناسب باشند. گیاهان هالوفیت یا شورزی، در شورورزی به عنوان گیاهان زراعی محسوب می‌شوند. در کشاورزی رایج، اصلاح زمینهای شور به منظور کاشت و تولید محصولات زراعی و باغی رایج هزینه‌بر، دشوار و کند بوده، و به مقدار زیادی آب مناسب نیاز است. لیکن در

شورورزی به اصلاح زمین و آب غیرشور نیازی نیست، بلکه از آب شور برای آبیاری و افزایش تولید و عملکرد استفاده می‌شود. همچنین، در شورورزی می‌توان از میان تعداد بسیار زیادی از گیاهان شورزی گیاه مورد نیاز و مناسب را انتخاب کرد. در حالیکه، تعداد محدودی از محصولات زراعی رایج قابلیت کشت در عرصه‌های شور، حتی پس از اصلاح خاک، را دارند، که این خود کاربرد کشاورزی رایج در عرصه‌های شور را محدود می‌سازد. بنابراین، در شورورزی با استفاده از منابع خاک و آب شور موجود در محل و انتخاب گیاهان بسیار متحمل به شوری و یا گیاهان شورزی می‌توان محصولی، مفید و اقتصادی تولید نمود، که در آن شرایط گیاهان زراعی رایج امکان رشد مطلوب و یا مقرون به صرفه‌ای را ندارند.

همانطور که در قبل عنوان شد، بخش وسیعی از زمینهای فاریاب (آبی) مبتلا به شوری متأثر از فعالیتهای انسان هستند. اراضی شور، نیازمند روش‌های اصلاحی و مدیریتی کارآ، کم هزینه و سازگار با محیط زیست می‌باشند تا تولید اقتصادی و مطلوب محصولات زراعی امکان‌پذیر گردد. از این رو، در وهله اول پیشگیری از ایجاد مسئله شوری در مزارع فاریاب رایج الزامی است. آبشویی متداول‌ترین راهکار برای ایجاد تعادل نمک در محیط توسعه ریشه است. آبشویی با وجود آب کافی و با کیفیت مناسب در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند از نظر عملیاتی امکان‌پذیر باشد. لیکن، از حیث اقتصادی و ارزش آب، انجام آبشویی به سادگی قابل توجیه نمی‌باشد. در صورتیکه اصلاح زمین شور از نظر عملیاتی و اقتصادی امکان‌پذیر و مقرون به صرفه نباشد، شورورزی می‌تواند امکان بهره‌برداری اقتصادی از زمین را فراهم سازد. برخی از کارشناسان هزینه اصلاح خاکهای شور برای کشت گیاهان زراعی رایج را بیش از ۵۰۰۰ دلار در هر هکتار برآورد نموده‌اند، در حالیکه هزینه کاشت و استقرار گیاهان شورزی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار در هکتار تخمین زده شده است (۶).

کشت گیاهان شورزی به عنوان یک محصول زراعی هنگامی توصیه می‌شود که امکان کشت محصولات زراعی مرسوم از نظر عملیاتی و یا اقتصادی امکان‌پذیر نباشد. در چنین شرایطی گیاهان شورزی با حداقل نهاده، و با استفاده از آب شور عملکرد بالایی دارند. مزرعه «کشت و دام ایثار بهاران» در روستای شاه کرم منطقه رودشت اصفهان مثالی از فراهم بودن شرایط برای کشاورزی در محیطهای شور است. این مزرعه کشاورزی و

دامپروری که به صورت تعاونی اداره می‌شود، در سال ۱۳۸۰ دارای ۱۶۰۰ هکتار زمین نسبتاً مسطح با بافت لومی رسی بود، لیکن، در عمق ۱ متری سخت کفه‌ای[1] رسی به ضخامت ۷۰ متر وجود داشت. خاک مزرعه شور-سدیمی، و شوری عصاره اشباع خاک در زمان احداث مزرعه در حدود ۲۰۰ دسی‌زیمنس بر متر بود. با ایجاد شبکه زهکشی روباز طی دو سال، و استفاده از آب رودخانه زاینده‌رود برای آبشویی، شوری عصاره اشباع خاک مزرعه در سال ۱۳۸۰ به ۱۵-۱۴ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافته بود. با توجه به وسعت مزرعه، حجم زیادی از زه‌آب با شوری ۷۰-۶۰ دسی‌زیمنس بر متر (در حدود دو برابر شوری آب دریا) جمع‌آوری و تمامی آن به رودخانه زاینده‌رود تخلیه می‌شد. بدیهی است که تخلیه چنین حجمی از زه‌آب بسیار شور به زاینده‌رود می‌تواند در زمینهای پایین دست پیامدهای زیست محیطی و آلودگی قابل توجهی به دنبال داشته باشد. منبع دیگر آب این مزرعه یک چاه عمیق ۲۶۲ متری با شوری ۳۰-۲۰ دسی‌زیمنس بر متر (شورتر از آب دریای خزر) بود. الگوی کشت در این مزرعه شامل محصولات زراعی رایج مانند گندم، جو، آفتابگردان و ارزن بود، و در سال ۱۳۸۰، اخذ جواز تأسیس گاوداری ۱۵۰۰ رأسی در دستور کار قرار داشت. از ۱۶۰۰ هکتار زمین مزرعه، تنها ۱۰۰ هکتار با آب زاینده‌رود آبیاری می‌شد، که به علت خشکی رودخانه در آن زمان، کاشتی صورت نگرفته بود. قابل ذکر است که از سال ۱۳۷۷، استان با کمبود بارندگی مواجه بود، که اثرات زیادی در کاهش سطح زیر کشت منطقه، از جمله همین مزرعه داشته است. از نظر اقتصادی، تا سال ۱۳۸۰، در حدود ۷ میلیارد ریال در این مزرعه هزینه شده بود، که عمده آن به صورت وام بوده است. به علت کمبود کمی و کیفی آب و خشکسالی‌های اخیر، مزرعه نتوانسته بود که مخارج هزینه شده را جبران نماید که به شدت موجبات نگرانی سهامداران را فراهم آورده بود.

مزرعه «کشت و دام ایثار بهاران» مثالی بارز از عدم کارآیی و پایداری کشاورزی رایج در عرصه‌های بسیار شور است. ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی و صرف هزینه‌های بسیار گزاف دستاورد تبدیل و آماده‌سازی چنین شرایط دشواری برای تولید محصولات زراعی رایج است، که سرانجام منجر به عدم سودآوری اقتصادی کشاورزی رایج (حتی در کوتاه مدت) برای تولیدکنندگان می‌گردد. در چنین شرایطی شورورزی رویکردی جدید جهت

1- Hard pan

بهره‌برداری منطقی، سودمند، پایدار و مبتنی بر توانمندی‌ها و ظرفیت‌های محلی و بومی می‌باشد. با توجه به وجود منابع آب زیرزمینی شور در این مزرعه، تولید علوفه‌های شورزی جهت مصرف در گاوداری، جنگل‌زراعی[1] با استفاده از درختان متحمل به شوری و آبزی‌پروری می‌تواند رویکردی اقتصادی‌تر و با احتمال موفقیت بسیار بالاتر در این مزرعه باشد.

غالب محصولات زراعی رایج از نوع گلایکوفیت[2] (شیرین‌رست) می‌باشند. از این رو، حداکثر رشد بهینه آنها در خاک‌های غیرشور و آبیاری با آب شیرین حاصل می‌گردد. ارزش اقتصادی این منابع زیاد بوده و از این رو، تأمین نهاده‌های آب و خاک غیرشور و با کیفیت مطلوب در کشاورزی رایج گران و پرهزینه است. لیکن، در شورورزی از منابعی استفاده می‌شود که در حال حاضر غیر قابل استفاده و مشکل زیست محیطی محسوب می‌شوند. بنابراین، ارزش نهاده‌های آب و زمین در شورورزی، اگر مجانی نباشد، بسیار ارزان و کم هزینه است. البته، این مقایسه شامل هزینه‌های آماده‌سازی زمین، پمپاژ و یا انتقال آب نمی‌شود. در بسیاری از برنامه‌های زیست محیطی و شورورزی زمین شور را طی قراردادی به بهره‌بردار واگذار می‌نمایند. البته در حال حاضر، ارزش اقتصادی محصولات زراعی رایج و فراهمی بازار کالا برای آنها بسیار فراتر از محصولات مشابه از گیاهان شورزی است.

بسیاری از محدودیت‌های فیزیکی و یا شیمیایی خاک، در شورورزی محدودیت محسوب نشده، و رفع آنها مورد نیاز و در نتیجه، هزینه‌بر نمی‌باشد. برای مثال، زمینهای شنی، به طور کلی برای تولید اکثر گیاهان زراعی مناسب نمی‌باشند. لیکن، در شورورزی به منظور تولید زراعی گیاهان شورزی، این ویژگی از محاسن خاک محسوب می‌شود. خاک‌های شنی به طور ذاتی حاوی مقادیر ناچیزی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه بوده، و دارای نفوذپذیری زیاد و ظرفیت پایین نگهداری رطوبت است. بنابراین، کشاورزی در خاک‌های شنی نیازمند آبیاری و کوددهی است. جالب توجه است که ۱۱ عنصر از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان به اندازه کافی در آب دریا موجود است (۹). همچنین، نفوذپذیری زیاد خاک‌های شنی به هنگام آبیاری با آب دریا، امکان تجمع نمک در

1- Agroforestry
2- Glycophyte

محیط ریشه را به حداقل می‌رساند. قابلیت بالای تهویه خاک‌های شنی نیز در این شرایط از محاسن آن است. ارزن مرواریدی (*Pennisetum typhoides*) از جمله غلات پرمصرف در کشورهای قاره آفریقا و کشور هند است. هر چند این محصول گیاه شورزی نمی‌باشد، ولی، کشاورزان برخی از نواحی ساحلی هند با استفاده از آب شور دریا (۲۶/۶-۳۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، در شنزارهای ساحلی این محصول را تولید کرده‌اند. پس از کوددهی و آبیاری با آب شیرین در مرحله استقرار، آبیاری با آب دریا و با تواتر زیاد انجام می‌گردد، که در این شرایط در حدود ۱/۶-۱/۰ تن در هر هکتار غله و ۶/۵-۳/۳ تن در هر هکتار علوفه حاصل می‌گردد (۹). بی‌شک ماهیت ذاتی خاک‌های شنی در موفقیت این نوع زراعت‌ها بسیار تأثیرگذار است.

بر خلاف منابع آب شیرین، از آنجا که ۹۷ درصد از آب‌های جهان در اقیانوس‌ها است، هیچگونه کمبودی از نظر آب شور وجود ندارد. همچنین، در حدود ۴۳ درصد از کل اراضی جهان خشک و یا نیمه خشک است (۲۱)، که این رقم در ایران نزدیک به ۹۰ درصد است. از این رو، از نظر اراضی بیابانی نیز، که در حال حاضر مشکل زیست محیطی و غیر قابل استفاده محسوب می‌شوند، کمبودی در جهان وجود ندارد. از کل اراضی خشک جهان، در حدود ۱۵ درصد آن (۱۳۰ میلیون هکتار) به اندازه کافی به دریا نزدیک هستند تا با آب دریا بتوان در آنها کشاورزی کرد (۱۹ و ۲۱). به عبارت دیگر، در حدود ۱۳۰ میلیون هکتار زمین جدید، بدون نیاز به جنگل‌تراشی و یا آب شیرین قابل مصرف در کشاورزی رایج و مصارف شهری، برای تولید نیازهای انسانی (غذا، چوب، علوفه، ...) می‌تواند مورد بهره‌برداری قرار گیرد. علاوه بر آن، با توجه به قطع بی‌رویه جنگل‌های انبوه مناطق استوایی جهان، و مسئله اساسی گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین، ایجاد و توسعه جنگل‌های مناطق خشک، و به ویژه مناطق ساحلی، شاید از معدود راهکارهای اقتصادی برای ترسیب کربن[1] و کاهش گازهای گلخانه‌ای توسط بخش کشاورزی باشد. آنچه که این استراتژی را تکمیل می‌کند، و یا به عبارت دیگر حلقه گمشده، گیاهان شورزی و جانورانی که قادر به زندگی در محیط‌های شور هستند، می‌باشد. در حال حاضر، منابع آب و خاک شور و تنوع ژنتیکی در این محیط‌ها و مناطق خشک، بزرگترین منابع دست نخورده برای بهره‌برداری انسان است.

1- Carbon sequestration

مجدداً تأکید می‌گردد که بهره‌برداری اقتصادی از محیط‌های خاکی و آبی شور به منظور تولید گیاهان شورزی و آبزی‌پروری هنگامی توصیه می‌گردد که امکان اجرای کشاورزی رایج از حیث عملیاتی و یا اقتصادی امکان‌پذیر نباشد. این بدان معنی است که 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 بسیار شور، و ایجاد اشتغال و بهبود وضعیت اقتصادی در مناطق مبتلا به شوری، در حقیقت مکملی برای کشاورزی رایج در عرصه‌های شور و اهداف توسعه پایدار بخش کشاورزی است. از این رو، شورورزی با بهره‌برداری از منابع نامتعارف، بهبود کیفیت محیط زیست در عرصه‌های شور و بیابانی و ایجاد اشتغال و معیشت کمک مؤثری به ارتقاء امنیت غذایی و اقتصادی کشور، به ویژه در مناطق بیابانی و مبتلا به شوری می‌نماید.

۲-۵- منابع پایه در شورورزی

۲-۵-۱- آب و خاک

تعدد واحدهای بیان میزان شوری به کرات در مقالات و گزارش‌های پژوهشی و علمی مشاهده می‌شود. لیکن، بهتر است برای یکسان‌سازی پایه و اساس مفاهیم شوری و تسهیل در مقایسه نتایج تحقیقات، از یک واحد استاندارد استفاده شود. واحد استاندارد شوری در سیستم متریک (SI[1]) دسی‌زیمنس بر متر (dS/m) است، که در ادامه این نوشتار سعی خواهد شد تا حتی‌الامکان از این واحد استفاده گردد. در زیر برخی دیگر از واحدهای سنجش شوری و تبدیل آنها به واحد دسی‌زیمنس بر متر ارائه شده است.

۱ dS/m ≈ درصد ۰/۰۶ NaCl ≈ ۰/۰۱ mole/l NaCl ≈ ۱۰ m*M* /l NaCl

۱۰۰۰۰ ppm = ۱۰ ppt = ۱۰ g/l = درصد ۱ ≈ ۱۳ dS/m

1- Le ***S**ystème **I**nternational d'Unités*

در مورد انواع طبقه‌بندی کیفی آب‌های شور در ایران و جهان، موارد به تفصیل در کتابهای مختلف داخلی و خارجی بحث شده است. نی‌ریزی (۵) آب‌های شور را برای مصارف کشاورزی طبقه‌بندی کرده است (جدول ۲-۱). در این طبقه‌بندی آب‌های با شوری بیش از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر برای مصرف کشاورزی رایج مناسب نمی‌باشند. همچنین، در تقسیم‌بندی کیفیت آب در کشور هند (۳۰)، حداکثر شوری آب آبیاری توصیه شده در کشاورزی ۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر است که برای شرایط ۷۵۰-۵۵۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه در محل و خاک‌های درشت بافت (کمتر از ۱۰ درصد رس) می‌باشد (جدول ۲-۲). بنابراین، به طور کلی آب‌های با شوری بیش از ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر برای مصارف کشاورزی رایج توصیه نمی‌شوند.

جدول ۲-۱- طبقه‌بندی آب‌های شور برای مصارف کشاورزی با اعمال کسر آبشویی ۲۰ درصد (۵)

شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)	اثرات شوری آب بر تولیدات زراعی
شوری کم $EC_i < ٤$	اغلب گیاهان محصول مناسب خواهند داشت. بعضی از گیاهان حساس به شوری نظیر ذرت حدود ۳۰ درصد و گیاهان خیلی حساس نظیر لوبیا حدود ۵۰ درصد کاهش محصول دارند.
لب شور $٤ < EC_i < ٨$	گیاهان متحمل به شوری نظیر چغندرقند، پنبه و جو محصول مناسب می‌دهند. گیاهان نیمه‌متحمل، نظیر گندم حدود ۳۰ درصد و یونجه ۵۰ درصد کاهش محصول دارند.
شوری متوسط $٨ < EC_i < ١٢$	گیاهان متحمل حدود ۳۰ درصد و گیاهان نیمه‌متحمل بیش از ۵۰ درصد عملکرد محصول را از دست می‌دهند.
شوری زیاد $١٢ < EC_i$	مناسب کشت گیاهان شورزی، گیاهان متحمل بیش از ۵۰ درصد عملکرد محصول را از دست می‌دهند.

جدول ۲-۲- تقسیم‌بندی کیفیت آب در کشور هندوستان (۳۰)

شرایط		حد بالای شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)								
		گیاهان حساس			گیاهان نیمه مقاوم			گیاهان مقاوم		
بارش سالانه (میلی‌متر)		<۳۵۰	۳۵۰-۵۰۰	۵۵۰-۷۵۰	<۳۵۰	۳۵۰-۵۰۰	۵۵۰-۷۵۰	<۳۵۰	۳۵۰-۵۰۰	۵۵۰-۷۵۰
بافت خاک (درصد رس)	ریزبافت (<۳۰)	۱	۱	۱/۵	۱/۵	۲	۳	۲	۳	۴/۵
	متوسط ریز (۳۰-۲۰)	۱/۵	۲	۲/۵	۲	۳	۴/۵	۴	۶	۸
	متوسط درشت (۲۰-۱۰)	۲	۲/۵	۳	۴	۶	۸	۶	۸	۱۰
	درشت‌بافت (<۱۰)	-	۲	۳	۶	۷/۵	۹	۸	۱۰	۱۲/۵

آب‌های موجود در دریاها بزرگترین منبع آب شور در جهان است. شوری بیش از ۳۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (در حدود ۴۶ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان آب نمک یا شورآب[1] می‌باشد، که در مقالات مرتبط با شورورزی و کشاورزی با آب دریا، به عنوان شوری آب دریا در نظر گرفته می‌شود. غلظت یون‌های عمده محلول در آب دریا در جدول ۲-۳ ارائه شده است. هر چند شوری آب دریا به طور معمول در حدود ۳۵ گرم بر لیتر است، لیکن، در آب‌های سواحل بیابانی، مانند خلیج فارس، میزان آن به ۴۰ گرم بر لیتر نیز می‌رسد.

1- Brine

جدول ۲-۳- میانگین غلظت‌های یون‌های غالب محلول در آب دریا (۱۱)

یون	غلظت (گرم بر کیلوگرم)
کلر (Cl^-)	۱۸/۹۸۰
سدیم (Na^+)	۱۰/۵۵٦
سولفات (SO_4^{2-})	۲/٦٤۹
منیزیم (Mg^{2+})	۱/۲۷۲
کلسیم (Ca^{2+})	۰/٤۰۰
پتاسیم (K^+)	۰/۳۸۰
بی‌کربنات (HCO_3^-)	۰/۱٤۰
بروماید (Br^-)	۰/۰٦۵
بورات ($H_2BO_3^-$)	۰/۰۲٦
سرونتیوم (Sr^{2+})	۰/۰۱۳
فلوراید (F^-)	۰/۰۰۱

در یک طبقه‌بندی کلی، خاک با هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_e[1]) بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر، خاک شور محسوب شده، و خاک با نسبت جذب سدیم (SAR[2]) بیش از ۱۳ خاک سدیمی می‌باشد، که البته خود نوعی از خاک مبتلا به شوری است. این طبقه‌بندی کلی بوده، و از نظر نوع گیاهان مناسب زراعی برای تولید در آن محدوده از شوری خاک اطلاعات چندانی به دست نمی‌دهد. در جدول ۲-۴ طبقه‌بندی شوری خاک در رابطه با عملکرد احتمالی گیاه ارائه شده است.

1- Saturaed paste Electrical Conductivity
2- Sodium Adsorption Ratio

جدول ۲-۴- درجه‌بندی خاک‌های شور بر اساس تأثیر بر عملکرد محصول گیاه (۲۸)

EC_e* (دسی‌زیمنس بر متر)	درجه شوری خاک	عملکرد محصول
۰-۲	غیرشور	اثر شوری بر عملکرد محصول ناچیز است.
۲-٤	کمی شور	ممکن است گیاهان حساس به شوری کاهش عملکرد داشته باشد.
۲-۸	نسبتاً شور	عملکرد محصول گیاهان حساس به شوری کاهش می‌یابد.
۸-۱٦	شدیداً شور	تنها گیاهان متحمل عملکرد محصول قابل قبول دارند.
>۱٦	فوق العاده شور	فقط معدودی از گیاهان بسیار متحمل به شوری عملکرد اقتصادی می‌توانند داشته باشند.

* هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک

با توجه به مطالب بالا، محدوده شوری آب و خاک مورد نظر در شورورزی به منظور تولیدات گیاهی، آن محدوده‌ای است که کشت و آبیاری گیاهان زراعی رایج از نظر عملیاتی و فنی امکان‌پذیر و یا اقتصادی نباشد. از این رو، با توجه به تقسیم‌بندی‌های مختلفی که برای آب و خاک شور ارائه شده است، می‌توان گفت که این محدوده به طور تقریبی از شوری آب ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و شوری خاک ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر آغاز می‌گردد. بنابراین، در طول این نوشتار منظور از شورورزی تولید محصولات گیاهی در محدوده‌های شوری فوق می‌باشد.

۲-۵-۲- گیاهان شورزی

آبهای شور، بسته به میزان شوری آن، برای مصارف آبیاری گیاهان زراعی رایج متحمل به شوری (مانند پنبه و جو)، آبیاری درختان باغی و مثمر متحمل به شوری (مانند خرما، پسته و هوهوبا)، تولید آبی گیاهان شورزی برای تأمین علوفه، دانه‌های روغنی و چوب، دامپروری (آب شرب دام و طیور) و آبزی‌پروری کاربرد دارند (۲۶). از موارد مهم مصرف آبهای بسیار شور، آبیاری گیاهان شورزی در زمینهای شور می‌باشد، که به

تفصیل در این مجموعه به آن پرداخته می‌شود. در سه حالت از گیاهان شورزی و متحمل به شوری می‌توان بهره‌برداری کرد: (الف) مزارعی که در اثر مدیریت نامناسب آبیاری مبتلا به شوری و عدم امکان استمرار کشت اقتصادی گیاهان زراعی رایج شده‌اند، (ب) آن دسته از زمینهایی که بر روی سفره‌های آب زیرزمینی شور قرار دارند و (ج) اراضی ساحلی (۹).

گیاهان بر اساس توانایی رشد در محیطهای شور به دو گروه کلی گلایکوفیت (شیرین‌رست) و هالوفیت تقسیم شده‌اند. گلایکوفیت‌ها، که شامل اکثر گونه‌های مهم گیاهان زراعی می‌باشند، اغلب گیاهان حساس به شوری هستند، و نمی‌توانند شرایط طولانی مدت شوری‌های کم را نیز تحمل کنند (۲۷). بهترین معیار برای جداسازی این دو گروه از یکدیگر این است که هالوفیت‌ها می‌توانند چرخه حیات خود را در غلظت‌های زیاد کلرید سدیم (۱۰۰-۲۰۰ mM NaCl) کامل نمایند (۱۶). تعاریف متعددی برای گیاهان هالوفیت یا شورزی ارائه شده است (۱۲، ۱۷، ۱۹ و ۳۱)، که مفهوم کلی آنها مشابه می‌باشد. در مجموع، شورزی‌ها گیاهانی هستند که به طور طبیعی در زیست‌بوم‌های شور رشد کرده و چرخه حیات خود را تکمیل می‌نمایند. تعداد گیاهان شورزی جهان ۲ درصد از کل گونه‌های گیاهی جهان (یا ۶۰۰۰-۵۰۰۰ گونه) برآورد شده است (۲۳). این گیاهان دامنه وسیعی از گونه‌های علفی، بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی را در بر گرفته، و در انواع محیط‌ها، از باطلاق‌های ساحلی گرفته تا بیابان‌های شوره‌زار، رشد و نمو می‌نمایند. در پیوست ۱ تحمل به شوری برخی از گیاهان شورزی ارائه شده است.

هر چند گیاهان شورزی همگی توانایی رشد و نمو در شرایط شور را دارند، ولیکن، میزان تحمل به شوری آنها یکسان نیست. بنابراین، می‌توان آنها را بر اساس توان تحمل به شوری به سه گروه کلی تقسیم‌بندی کرد: (الف) گیاهان شورزی بسیار متحمل به شوری، که قادر هستند در آبهای با شوری آب دریا و بیشتر رشد و نمو نمایند، (ب) گیاهان شورزی متحمل به شوری که در آبهای لب شور رشد می‌کنند و (ج) گیاهان شورزی با تحمل به شوری متوسط، که در آبهای نسبتاً لب شوری که برای گیاهان زراعی رایج مناسب نیستند، رشد می‌کنند (۲۰). شورزی‌ها خود انواع مختلفی دارند.

میو-هالوفیت‌ها[1] شورزی‌هایی هستند که تولید خود را تا سطح بـه خـصوصی از شـوری حفظ، و پس از آن با افزایش سطح شوری تولید آنها نیز کاهش مـی‌یابـد. شـورزی‌هـای واقعی[2] گیاهانی هستند که با افزایش سطح شـوری، تولیـد آنهـا نیـز افـزایش مـی‌یابـد. شورزی‌های واقعی گیاهانی نمک‌دوست (Halophilic) بـوده، و در شـرایط شـوری بهتـر رشد می‌کنند. با توجه به مطالب بالا، بهتر است که به گیاهان هالوفیت، گیاهان شورزی اطلاق شود. عبارات گیاهان شوردوست یا شورپسند مناسب شورزی‌های واقعی، که خود نوعی از کلاس کلی هالوفیت‌ها هستند، می‌باشد. بنابراین در ادامه این مجموعه، گیاهان هالوفیت و گیاهان شورزی مترادف یکدیگر می‌باشند.

گیاهان شورزی، براساس میزان تحمل به شوری و نیاز به نمک‌های سدیم، بـه دو گـروه *شورزی‌های اجباری*[3] و *شورزی‌های اختیاری*[4] تقسیم‌بندی می‌شوند. شورزی‌های اجباری برای رشد بهینه نیازمند نمک می‌باشند، در حالیکه شـورزی‌هـای اختیـاری در شـرایط غیرشور نیز می‌توانند رشد و نمو نمایند. همچنین، گیاهـان شـورزی بـر اسـاس میـزان رطوبت در رویشگاههای خود و تحمل به تنش خشکی نیز تقسیم‌بندی شده‌اند:

Hydrohalophytes = شورزیان آب‌دوست، که در محیطهای آبی رشد مـی‌کننـد، ماننـد مانگرو و اکثر گیاهان شورزی نمکزارهای باطلاقی

Mesohalophytes = شورزی‌هایی که تحمل به تنش خشکی آنها متوسط است.

Xerohalophytes = شورزی‌هایی که تحمل به تنش خشکی آنها بالا اسـت. بـه عبـارت دیگر، آنها هم با شرایط شوری و هم شرایط خشکی سازگار هستند. اکثر گیاهان شورزی مناطق بیابانی در این گروه قرار دارند.

گیاهان شورزی را می‌توان براساس استقرار در نوع محیط شور برای رشد و نمو به چهـار گروه تقسیم‌بندی کرد (۳):

۱- گیاهان شورروی (Euhalophytes): مانند سالیکورنیا

1- Miohalophytes
2- Euhalophytes
3- Obligatory halophytes
4- Facultative halophytes

۲- گیاهان خشک شورروی (Xerohalophytes): مانند *Salsola dendroides*
۳- گیاهان ماسه شورروی (Psammohalophytes): در اراضی ماسه‌ای شور مستقر می باشند، مانند: قره داغ (*Nitraria schoberi*)
۴- گیاهان نم شورروی (Hygrohalophytes): در اراضی شور و بسیار مرطوب مستقر می‌باشند مانند: *Juncus maritimus* و *Phragmites australis*

در پایین مقیاس تحمل به شوری، گیاهان چغندر قند، نخل خرما و جو قرار دارند، که هر سه از متحمل‌ترین محصولات زراعی رایج به شوری هستند، به طوری که برخی از متخصصین آنها را نیز جزو شورزی‌ها برشمرده‌اند (۱۸). برخی از گیاهان زراعی رایج دارای اجداد وحشی متحمل به شوری هستند (۱۸)، مانند گندم (منسوب است به *Aegelopsis*، *Thinopyrum* و گونه‌های وحشی دیگر *Triticeae*)، جو (منسوب است به جو دریایی *Hordeum maritimum*)، گوجه‌فرنگی (منسوب است به گوجه‌های وحشی متحمل به شوری مانند *Lycopersicum cheesmanii* و *L. pimpinellifolium*) و چغندر (منسوب است به گونه *maritima* از *Beta vulgaris*). به نظر می‌آید که هنوز حد پایین تحمل به شوری برای آنکه گیاهی شورزی تلقی شود، مشخص نشده باشد. به همین دلیل، در حال حاضر فهرست جامع و کاملی از گیاهان شورزی جهان تهیه نشده است.

گیاهان متحمل به شوری برای مقابله با شوری از یک یا ترکیبی از مکانیسم‌های زیر استفاده می‌کنند (۲۵ و ۳۱):

۱- ممانعت و پیشگیری از ورود نمک به ریشه (Exclusion)
۲- ذخیره‌سازی نمک در اندام‌ها (Accumulation)
۳- ترشح یا دفع نمک‌های اضافی از برگ‌ها (Excretion)

اکثر گلایکوفیت‌ها (گیاهان شیرین‌رست) و گونه‌های Hordeum و Melilotus از جمله شورزی‌هایی هستند که سعی می‌کنند از ورود نمک به سیستم‌های آوندی خود جلوگیری نمایند، که فرآیندی انرژی‌بر است. گونه‌های آتریپلکس و سالیکورنیا از جمله گیاهانی هستند که نمک را در حفره‌های سلولی[1]، خود ذخیره‌سازی می‌کنند. بدین

1- Vacuole

ترتیب آنها فشار اسمزی را تنظیم کرده و از اثرات مسموم‌کننده یون‌ها جلوگیری می‌نمایند. گونه‌های Distichilis و مانگرو (حرا) از جمله شورزی‌هایی هستند که نمک‌ها را از طریق غده‌های نمکی[1] از خود دفع و خارج می‌سازند. این گونه‌ها برای کاربرد به عنوان علوفه بسیار مناسب هستند. همچنین، نمک تخلیه شده از این گونه‌ها، باعث دفع برخی از آفات نیز می‌گردد (۳۱).

۲-۶- تحقیقات شوری و گیاهان شورزی

به‌نژادی و مهندسی ژنتیک از جمله راهکارهایی است که از مدت‌ها پیش برای افزایش تحمل به شوری گیاهان زراعی رایج به کار برده شده‌اند. در سال ۱۹۸۰ میلادی، پیش‌بینی می‌شد که مهندسی ژنتیک تحولی بزرگ در تولید محصولات کشاورزی با آب شور ایجاد کند، به طوری که گیاهانی مانند جو و گوجه فرنگی در آب دریا رشد خواهند کرد (۱۳). با در نظر گرفتن هزینه‌ها و زمانی که برای انجام اینگونه تحقیقات صرف شده است، به نظر می‌آید که موفقیت چشمگیری حاصل نشده است (۱۹). بین سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۵ میلادی، بیش از ۳۰۰ مقاله در سال در مورد تحمل به شوری گیاهان زراعی رایج منتشر شد، لیکن، تنها کمتر از ۱۲ رقم متحمل به شوری در این مدت معرفی شده است، که نسبت به لاینهای والدین کمی بهتر هستند (۱۵). به طور تقریبی کلیه گیاهان زراعی رایج گلایکوفیت هستند، یعنی از نظر ژنتیکی فاقد پایه و اساس تحمل به شوری می‌باشند. با این حال، این گیاهان باز هم مورد بیشترین تحقیقات در زمینه شوری قرار گرفته‌اند. تغییر و تبدیل فیزیولوژی یک محصول حساس به شوری به یک محصول متحمل به شوری دشوار به نظر می‌آید. لیکن، اهلی کردن یک گونه وحشی متحمل به شوری برای زراعت، بیشتر مقرون به صرفه و امکان‌پذیر می‌آید. به هر حال، گونه‌های گیاهان زراعی رایج کنونی نسل‌های اهلی شده گونه‌های وحشی هستند. در حال حاضر، هم متخصصین به‌نژادی و هم مهندسین ژنتیک بر این نکته اتفاق نظر دارند که نحوه کنترل و تنظیم نمک در گیاهان شورزی، یعنی گیاهانی که به طور طبیعی متحمل به شوری هستند، باید بیشتر مورد توجه و بررسی قرار گیرد. مطالعه و پژوهش

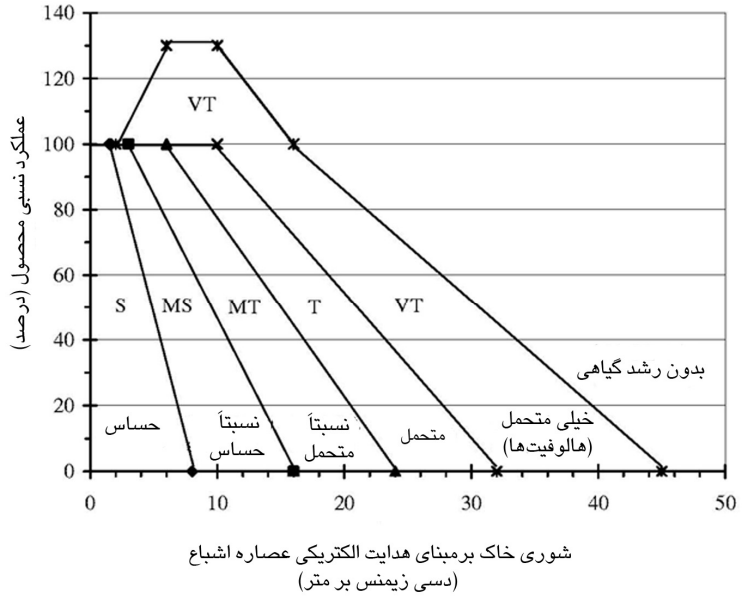
1- Salt gland

در مورد گیاهان شورزی از سه جهت می‌تواند مفید و کارساز باشد (۱۸). اول آنکه ساز و کار رشد و نمو این گیاهان در محیطهای شور، می‌تواند مشخص کند که برای ایجاد صفت تحمل به شوری بر روی چه مواردی باید متمرکز شد. دوم آنکه، با بررسی گیاهان شورزی در یک محیط زراعی، امکان اجرای اقتصادی و تجاری کشاورزی در شوری‌های بالا (مانند شورورزی، یا کشاورزی آب دریا) مشخص خواهد شد. سوم آنکه، شورزی‌ها ممکن است به طور مستقیم منبع یک محصول جدید زراعی گردند.

انتقال ژنهای گیاهان شورزی به گیاهان زراعی برای افزایش تحمل به شوری از جمله راهکارهای دستیابی به گیاهان متحمل به شوری می‌باشد. دانشمندان علم ژنتیک سعی در انتقال ژن گیاهان چهار کربنه (C4) به گیاهان زراعی سه کربنه (C3) را دارند. به طور کلی، گیاهان C4 نسبت به شرایط تنش‌های محیطی (گرما، خشکی، شوری) از گیاهان C3 تحمل بیشتری دارند. آنچه که این امر را دشوار و پیچیده می‌سازد این است که ساختار سلولی، گیاهان C4 طوری است که حتماً باید دو سلول با همکاری یکدیگر بتوانند فتوسنتز C4 را انجام دهند (۱). در سال ۲۰۰۲، دکتر آخانی دو گیاه شورزی را در تالاب‌ها و سواحل رودخانه‌های شور کشور شناسایی کرد که قادر بودند فتوسنتز C4 را در یک سلول انجام دهند. گونه اول (*Bienertia cycloptera*) در تالاب‌ها، حاشیه رودخانه‌ها و اراضی شور مناطق مرکزی ایران رویش دارد، و گونه دوم، که به احترام نام خلیج فارس *B. sinsupersici* نامگذاری شده، در سواحل جنوب ایران و اطراف دریاچه بختگان می‌روید (۱ و ۷). از زمان شناسایی این گونه در ایران، تحقیقات در زمینه مباحث مختلف مرتبط با این گیاه در سطح جهانی انجام می‌گیرد، و امیدواری‌های زیادی برای امکان انتقال ژن تحمل به شوری از گیاهان شورزی چهار کربنه به گیاهان زراعی سه کربنه به وجود آمده است. این اکتشاف، همچنین، نشان بارزی از غنا و تنوع فلور گیاهان شورزی کشور است، و اهمیت حفاظت از تنوع زیستی گیاهان شورزی و زیست‌بوم‌های شور در کشور را دو چندان می‌نماید. بیش از یک چهارم گیاهان شورزی ایران در منطقه تالاب میقان اراک شناسایی شده است (۷)، که در حال حاضر به شدت تخریب و خشک گردیده و تنها منبع آب دائمی آن پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر اراک است. بسیاری از تالابهای دیگر، و حتی دریاچه ارومیه، نیز وضعیتی مشابه دارند. خشکیدن این محیط‌های آبی برای مزارع و باغات اطراف آنها بسیار مشکل‌آفرین خواهد بود، زیرا نمک‌های بر جای مانده از خشکیدگی تالاب‌ها، توسط فرسایش بادی، به تدریج

به زمینهای اطراف منتقل شده و باعث تخریب و کاهش میزان حاصلخیزی خاک آنها می‌گردد.

حداکثر میزان و نوع شوری که گیاهان شورزی و دیگر گیاهان می‌توانند تحمل کنند، در بین گونه‌ها، و حتی ارقام در یک گونه، متفاوت است. بسیاری از شورزی‌ها، همانند گیاهان شیرین‌رست در مراحل اولیه رویش و سبز شدن (جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه)، نسبت به شوری حساس هستند (۲۲). ویژگی خاص بسیاری از شورزی‌ها این است که رشد آنها در شرایط شوری کم بهبود می‌یابد. بنابراین، نمودار رشد آنها از نمودارهای کلاسیک گیاهان زراعی رایج متفاوت است. به طور معمول، گیاهان زراعی تا حدی از شوری (حد آستانه تحمل به شوری) را بدون کاهش چشمگیر عملکرد محصول تحمل می‌کنند و پس از آن با افزایش شوری، با شیب نسبتاً ثابت کاهش عملکرد و رشد مشاهده می‌شود. Schleiff (۲۹) نمودار طبقه‌بندی تحمل به شوری نسبی گیاهان زراعی رایج را، که توسط Ayers و Westcott (۸) ارائه شده است، با در نظر گرفتن گیاهان شورزی تکمیل نموده است (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲- مفهوم نموداری رشد گیاهان شورزی و گیاهان زراعی رایج در خاک‌های شور (۲۹)

۲-۷- فهرست منابع

۱- آخانی، ح. ۱۳۸۶. گنج‌های کشف ناشده. دانش، ۱۶ اسفند، ص. ۱۰.

۲- بی‌نام. ۱۳۸۳. مفاهیم و تعاریف. کشاورزی پایدار، شماره فروردین ، ص ۲.

۳- حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران. ۱۹۹ صفحه.

۴- مسلمی، ع. ۱۳۸۵. توسعه پایدار روستایی با تاکید بر سیستم انسان و محیط. جهاد، شماره ۲۷۰، ص ۱۴۹-۱۲۶.

۵- نی‌ریزی، س. ۱۳۷۸. مدیریت کاربرد آب‌های شور و لب شور در کشاورزی پایدار. کارگاه آموزشی مدیریت استفاده از آب‌های شور، ص. ۱۶-۱.

۶- هاشمی‌نیا، م.، ع. کوچکی و ن. قهرمان. ۱۳۷۶. بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. (ترجمه و تدوین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.

7- Akhani, H. 2006. Biodiversity of halophytic Sabkha ecosystems in Iran. *In* M. Ajmal Khan et al. (Eds.), Sabkha Ecosystems. Volume II: West and Central Asia. Springer Publishing Co., pp. 71-88.

8- Ayers, R.S. and D.W. Westcott. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrig. Drain. Paper 29, FAO, Rome, Italy.

9- BOSTID. 1990. Saline Agriculture: Salt-tolerant Plants for Developing Countries. Report of a Panel of the Board on Science and Technology for International Development, National Research Council.

10- Boyko H. and E. Boyko. 1964. Principles and experiments regarding direct irrigation with highly saline and sea water without desalination. Trans. New York Acad. Sci., Ser. II. 26 (Suppl. To no. 8): 1087-1102.

11- Brown, J., A. Colling, D. Park, J. Pillips, D. Rothery, and J. Wright, 1989. Seawater: Its Composition, Properties And Behaviour. Pergammon Press, Oxford, 165 pp.

12- Daoud, S., M.C. Harrouni and R. Benguedour. 2001. Biomass production and ion composition of some halophytes irrigated with different seawater dilutions. First International Conference on Saltwater Intrusion and Coastal Aqifers – Monitoring, Modeling, and

Management. Essaouria, Morocco, April 23-25, 2001. pp. 1-15.

13- Epstein, E., J. Norlyn, D. Rush, R. Kingsburry, D. Kelley, G. Cunningham and A. Wrona. 1980. Saline culture of crops: a genetic approach. Science, 210:399-404.

14- FAO. 1989. Sustainable Development and Natural Resources Management. 25th Conference, Paper C 89/2-Sup. 2, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

15- Flowers, T. and A. Yeo. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? Aust. J. Plant Physiol., 22:875-884.

16- Flowers, T.J., M.A. Hajibagheri and N.J.W. Clipson. 1986. Halophytes. Quart. Rev. Biol. 61:313-337.

17- Flowers, T.J., P.F. Troke and R.R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., 28:89-121.

18- Glenn, E.P., J.J. Brown and E Blumward. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. Critical Reviews in Plant Sciences, 18(2):227-255.

19- Glenn, E.P., J.J. Brown and J.W. O'Leary. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, August:76-81.

20- Khan, M.A. and M. Qaiser. 2006. Halophytes of Pakistan: Characteristics, distribution and potential economic usages. *In* M. A. Khan et al. (Eds.), Sabkha Ecosystems. Volume II: West and Central Asia, p. 129-153, Springer Publishing, Netherlands.

21- Khan, M.A. and N.C. Duke. 2001. Halophytes - A resource for the future. Wetlands Ecology and Management, 6:455-456.

22- Khan, M.A., B. Gul and D. Weber. 2002. Seed germination in the great basin halophyte *Salsola iberica*. Can. J. Bot., 80:650-655.

23- Le Houerou, H.N. 1993. Salt-tolerant plants for the arid regions of the Mediterranean isoclimatic zone. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Tasks in Vegetation Science, 27:403-422, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

24- Mahler, R.L, C. Williams, K.A. Bechinski, E.J. Rynk and G.P. Carpenter. 1996. Sustainable Agriculture: Concepts, promises and challenges. University of Idaho Sustainable Agriculture Team, Univ. of Idaho, USA.

25- Masters, D.G., S.E. Benes and H.C. Norman. 2007. Biosaline

agriculture for forage and livestock production. Agriculture Ecosystems and Environment 119:234-248.

26- Miyamoto, S. 1993. Potentially beneficial uses of inland saline waters in the Southwestern USA. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:407-422, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

27- Pardo, J.M. and F.J. Quintero. 2002.Plants and sodium ions: keeping company with the enemy. Genome Biol., 3(6): reviews1017.1–reviews1017.4, http://genomebiology.com/2002/3/6/reviews/1017.1

28- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USDA Handbook No. 60, Washington DC.

29- Schleiff, U. 2006. Research for crop salt tolerance under brackish irrigation. Proceedings of the International Conference Soil and Desertification - Integrated Research for the Sustainable Management of Soils in Drylands, 5-6 May, Hamburg, Germany.

30- Tanwar, B.S. 2003. Saline Water Management for Irrigation (3rd Revised Draft). ICID-CIID, New Delhi, India.

31- Yensen, N. 2000. New horizons in the use of saline resources. J. of the Australian Assoc. of Natural Resources Management. June:4-8.

فصل سوم

تولیدات کشاورزی در شورورزی

بخش عمده فعالیت‌های شورورزی تولید زراعی گیاهان شورزی با کاربرد اقتصادی است. این گیاهان کاربردهای مختلفی از جمله مصارف علوفه‌ای و تعلیف دام، خوراکی، چوب و کاغذ، سوخت، دارویی، بهداشتی و صنعتی دارند. پرورش ماهی و میگو از توسعه یافته‌ترین فعالیت‌های شورورزی در زمینه بهره‌برداری اقتصادی و تولید در محیط‌های آبی شور می‌باشد. لیکن، گونه‌های مختلف علف دریایی[1] و انواع جلبک‌ها[2] در چند دهه اخیر، توجه محققین را به عنوان منابع غنی و ارزشمند از ترکیبات شیمیایی و بهداشتی، دارویی، کودهای بیولوژیک، علوفه‌ای و سوخت زیستی[3] جلب کرده‌اند. علاوه بر آن، بهره‌برداری صنعتی از منابع آب شور برای تهیه کالاها و فرآورده‌های ارزشمندی چون آب شیرین، انواع نمک‌های صنعتی، انواع نمک‌های شیمیایی و انرژی در شورورزی مد نظر می‌باشد. روش‌های متنوع بهره‌برداری اقتصادی از محیط‌های شور آبی و خاکی قابلیت تلفیق با یکدیگر را دارا می‌باشند، که این خود از نظر بهره‌وری بهینه از منابع و کاهش مخاطرات اقتصادی و ایجاد تنوع در درآمد بهره‌برداران قابل توجه و ارزشمند است. در ابتدای این فصل به تولید گیاهان شورزی و سپس به آبزی‌پروری و بهره‌برداری‌های صنعتی از محیط‌های شور اشاره خواهد شد.

۳-۱- تولید گیاهان شورزی

گیاهان شورزی در شورورزی، گیاهانی کشاورزی محسوب می‌شوند. از این رو، همانند دیگر گیاهان در کشاورزی رایج، دستیابی به عملکرد اقتصادی و بهینه در مقیاس تجاری، مستلزم رعایت عملیات مناسب زراعی در مراحل کاشت، داشت و برداشت

1- Seaweed
2- Algae
3- Biofuel

می‌باشد. در تولید زراعی گیاهان شورزی، اولین مرحله شناخت و انتخاب گونه مناسب با کاربرد اقتصادی است. از این رو، در این بخش موارد کاربردهای اقتصادی گیاهان شورزی بیان می‌شود.

۳-۱-۱- تولید علوفه

تولید و تأمین علوفه از مهمترین فعالیت‌های بخش کشاورزی می‌باشد. کیفیت و قیمت علوفه بر رونق اقتصادی صنعت دامپروری و دامداری تأثیرگذار است. از مهمترین محدودیت‌ها در امور دامپروری کمبود فصلی علوفه (در زمستان و تابستان) و تخریب مراتع در اثر چرای بی‌رویه و شوری زمینهای کشاورزی و مرتعی می‌باشند. برخی مطالعات نشان داده است که در حدود ۴۶ درصد از مراتع مناطق خشک جهان در اثر چرای بی‌رویه تخریب شده است (۵۸). از این رو، تأمین علوفه از چالش‌های عمده دامداران در مناطق خشک جهان است. از مهمترین و پرمصرف‌ترین موارد استفاده از گیاهان شورزی در مناطق خشک، کم آب و شور جهان، تولید علوفه و تعلیف دام است.

ارزش غذایی علوفه‌های شورزی در مراتع از قدیم توسط گله‌داران و مرتعداران شناخته شده است. در میان گونه‌های مرتعی مناطق مختلف کشور، گونه‌های ارزشمند بوته‌ای چند ساله در اراضی شور مناطق خشک و نیمه‌خشک شور موجود هستند که توسط دامداران سنتی برای چرای گله‌های دام استفاده می‌شود. از این رو، گونه‌های مرتعی شورزی می‌توانند فرصت بهره‌برداری از زمینهای شور را برای تولید و تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز کشور، فراهم نمایند. با به کارگیری مدیریت مناسب، شورورزی به منظور تولید علوفه و تعلیف دام می‌تواند اقتصادی و مقرون به صرفه باشد.

تولید علوفه‌های شورزی تحت شرایط فاریاب با موفقیت در کشورهای آمریکا، مکزیک و کشورهای حاشیه خلیج فارس انجام شده است (۵۹، ۹۶ و ۱۰۹). معروفترین گیاه شورزی که توانمندی بسیار خوبی به عنوان علوفه دام دارد، گونه‌های مختلف آتریپلکس (*Atriplex* spp.) می‌باشد. آتریپلکس از تیره چغندر یا سلمک (Chenopodiacea) بوده و در برخی از نقاط ایران به آن اسفناج وحشی هم گفته می‌شود. بالغ بر ۴۰۰ گونه آتریپلکس در جهان مشاهده شده، که ۲۰ گونه آن در ایران یافت می‌شود (۲۵). در

تابستان که کمبود علوفه وجود دارد، آتریپلکس علوفه کمکی بسیار خوبی است. در زمستان، هنگامی‌که تولید یا ظرفیت علوفه مراتع به شدت کاهش می‌یابد، آتریپلکس قادر است علوفه مورد نیاز دام را تا فصل بهار تأمین نماید. این گیاه به تنش‌های گرما و سرما بسیار متحمل بوده، و به طور معمول، در مناطق با بارندگی سالیانه بیشتر از ۲۵۰ میلی‌متر، نیازی به آبیاری ندارد. هر چند آبیاری در زمان کاشت گیاه به استقرار آن کمک مؤثری می‌نماید. گزارش شده است که گونه‌های *A. amnicola* و *A. cinera* در شرایط دیم کشور استرالیا ۳/۵-۲/۵ تن بر هکتار ماده خشک علوفه‌ای (برگ و ساقه نازک) تولید نموده‌اند (۱۰۷).

امکان کشت سه گونه آتریپلکس (*A. lentiformis*، *A. halimus* و *A. canescens*) در جزیره قشم مورد بررسی قرار گرفته، که در نهایت *A. halimus* برای شرایط مزرعه‌ای و آبیاری با آب دریا انتخاب گردید (۲۲). کاشت نهال هالیموس در آذر ماه انجام گرفت که تا فروردین و تحت شرایط آبیاری با آب دریا، به طور متوسط به عرض ۱۳۰ و ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متر رسید (۲۲). قابل ذکر است که ۷۰ درصد بوته هالیموس از برگ تشکیل شده است. در شرایطی که بارندگی سالیانه بین ۴۰۰-۲۰۰ میلی‌متر باشد، عملکرد ماده خشک هالیموس یا نومولاریا (*A. nummularia*) در حدود ۴-۲ تن بر هکتار می‌باشد (۲۵). در آزمایش مرکز ملی تحقیقات شوری در یزد عملکرد کل چهار گونه آتریپلکس تحت شرایط آبیاری فارو با آب شور ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، بین ۲/۱ تا ۷/۱ تن بر هکتار گزارش شده است (۸۴). عملکرد اکثر شورزی‌هایی که در نقاط مختلف بررسی شده‌اند، بین ۱۷-۸ تن بر هکتار ماده خشک در شرایط آبیاری با آب شور بوده است، که قابل مقایسه با عملکرد یونجه تحت شرایط غیرشور می‌باشد (۸۵). در جدول ۳-۱ برخی از صفات علوفه‌های آتریپلکس تحت شرایط آبیاری با ۱۰۰ درصد آب دریا با یونجه مقایسه شده است. عملکرد پروتئین خام آتریپلکس‌هایی که با ۱۰۰ درصد آب دریا آبیاری شده‌اند، ۲/۶-۰/۶ تن بر هکتار است، در حالی که عملکرد یونجه تحت آبیاری با آب شیرین، ۳-۰/۵ تن بر هکتار می‌باشد. بنابراین، گونه‌هایی مانند آتریپلکس، منبع بسیار خوب و ارزان از پروتئین می‌باشند، و از این نظر کاملاً با یونجه رقابت می‌کنند. همچنین، قابلیت هضم دو گونه آتریپلکس به خوبی با یونجه قابل رقابت می‌باشد (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۱- مقایسه عملکردهای علوفه آتریپلکس و یونجه (۸۵)

نام گیاه	آب آبیاری	عملکرد ماده خشک (تن در هکتار)	عملکرد ماده خشک بدون خاکستر (تن در هکتار)	درصد پروتئین خام	عملکرد پروتئین (تن در هکتار)
آتریپلکس	۱۰۰ درصد آب دریا	۸-۱۷	۵/۵-۱۲/۰	۱۰-۲۰	۰/٦-۲/٦
یونجه	آب شیرین	۵-۲۰	٤/۵-۱۹/۰	۱۲-۲۲	۰/۵-۳/۰

جدول ۳-۲- مقایسه قابلیت هضم دو گونه آتریپلکس در شوری‌های مختلف با یونجه (۸۵)

نام گیاه	شوری آب آبیاری		قابلیت هضم ماده آلی (درصد)	ماده آلی قابل هضم محاسبه شده (درصد)
	گرم بر لیتر	دسی‌زیمنس بر متر		
A. lentiformis	۰	۰	۵۸/۸	۵۳/۳
	۱۰	۵-٦	۵۵/۷	٤۷/٦
	۲۰	۱۰-۱۲	٦۳/۱	۵۰/۰
A. nummularia	۰	۰	۷۷/۰	۵۹/۷
علوفه استاندارد یونجه	۰	۰	٦٤/۳	۵۸/٤

گیاه شورزی *Panicum turgidum* توانمندی بسیار خوبی به عنوان کاربرد علوفه دارد. این گیاه چند ساله، که توسط ریزوم تکثیر و به ارتفاع یک متر نیز می‌رسد، متحمل به خشکی نیز می‌باشد. تحت شرایط کشت در یک خاک شور (۱۵-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و آبیاری با آب شور (۱۲-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) در کشور پاکستان، عملکرد آن در حدود ۶۰ تن علوفه تر بر هکتار در سال گزارش شده است (۶۹). کیفیت علوفه این گیاه شورزی نیز مطلوب می‌باشد. در جدول ۳-۳ ترکیبات شیمیایی آن در مقایسه با گیاه ذرت ارائه شده است. درصد نمک (خاکستر) و ترکیبات آلی نامطلوب آن در حد مناسب می‌باشند (جدول ۳-۳). میزان خاکستر بسیاری از گیاهان شورزی اجباری در منطقه انجام آزمایش بین ۶۰-۳۴ درصد، و میزان اکسالیت آنها بین ۲۹-۱۴ درصد گزارش شده است (۶۹). از این رو، *P. turgidum* از این نظر نیز یک علوفه شورزی با

کیفیت مناسب محسوب می‌گردد.

جدول ۳-۳- مقایسه ترکیبت شیمیایی (درصد از وزن خشک) *Panicum turgidum* و ذرت (۶۹)

ترکیب شیمیایی	*Panicum turgidum*	ذرت (**Zea mays**)
	درصد	
خاکستر	۱۳	۷
الیاف خام	۱۸	۲۵
کربوهیدرات‌های محلول در دمای معمولی	۲۵	---
پروتئین خام	۱۳	۱۱
فنول‌ها	ناچیز	ناچیز
اکسالیت‌ها		ناچیز
محلول در اسید	۲/۳٤	ناچیز
محلول در آب	۱/۸۰	ناچیز
جمع	٤/۱٤	ناچیز
آلکالوئیدها	ناچیز	ناچیز

مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA)، عملیات مناسب زراعی (برداشت، بسته‌بندی، آبیاری...) برای تولید دو گونه علوفه شورزی *Distichlis spicala* و *Sporobolous virginicus* را در یک مزرعه بزرگ آزمایشی بررسی کرده است. این دو گونه علفی تحت شرایط آبیاری با آب زیرزمینی با شوری ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر، سالیانه تا ۴۵ تن علوفه خشک بر هکتار تولید نمودند (۶۵). این آزمایش‌ها با سه سطح شوری آب آبیاری (۱۰، ۲۰ و ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر) انجام گرفت. جالب توجه است که در کلیه تیمارها و سالهای انجام تحقیق، درصد خاکستر آنها بین ۱۳-۸ درصد باقی ماند که به طور نسبی کم می‌باشد. درصد پروتئین نیز در سطح مناسب و بین ۹-۵/۵ درصد بود (۶۵). بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت که هر دو گونه شورزی، توانمندی بسیار خوبی برای تولید مقدار زیادی علوفه خشک با کیفیت مطلوب، تحت شرایط شوری زیاد و در مقیاس تجاری و کلان دارند.

گیاه شورزی *Spartina alterniflora* در حفاظت از نواحی ساحلی بسیار مؤثر است، به طوری که در طی سالهای ۲۰۰۳-۱۹۸۰ بیشتر از ۴۰۰۰۰ هکتار از اراضی ساحلی کشور چین به کشت آن اختصاص یافته است (۶۲). علاوه بر بهره‌برداری زیست محیطی، از این گیاه به عنوان علوفه سبز و در تولید بستر کاشت قارچ و تولید پروتئین برگی برای غنی‌سازی فرآورده‌های غذایی نیز استفاده شده است (۹۱ و ۹۲).

۳-۱-۱-۱- علوفه‌های شورزی و تغذیه دام

نمک موجود در اندام‌های هوایی گیاهان شورزی از موانع مصرف آنها توسط حیوانات، و حتی حشرات و برخی از آفات گیاهی است. خاکستر موجود در برگ کمتر از بقیه اندام‌ها بوده و با کاهش شوری آب آبیاری از ۱۰۰ درصد آب دریا به ۱۵ درصد آب دریا، تا ۲۵ درصد کاهش می‌یابد (۸۶). هر چند میزان خاکستر علوفه‌های شورزی بیشتر از یونجه است، لیکن، این گیاهان به طور معمول، دارای مقدار زیادی پروتئین خام می‌باشند. میزان پروتئین خام به اندام گیاهی، سن گیاه، و شوریی که گیاه در آن رشد کرده، بستگی دارد. هر چند علوفه‌های شورزی دارای مقدار زیادی پروتئین خام هستند، ولیکن، میزان انرژی آنها زیاد نیست. به دلیل خاکستر زیاد و کمبود انرژی، محققین توصیه کرده‌اند که بهتر است از آنها به عنوان بخشی از جیره غذایی دام به همراه مواد پرانرژی استفاده شود. با این حال، در برخی از مناطق خشک مانند کشور استرالیا، دامداران از مراتع شورزی، به عنوان تنها منبع تغذیه دام استفاده کرده، و حتی برای آب شرب دام نیز از آب‌های شور استفاده می‌کنند.

اولین اثر شوری زیاد آب یا خاک بر علوفه‌های با تحمل متوسط به شوری، در درجه نخست کاهش عملکرد است، نه کاهش ارزش غذایی آنها. *ارزش غذایی* (NV)[1] یک علوفه یا خوراک دام، میزان تولید دام به ازای هر واحد خوراک مصرف شده است، که به طور معمول تابعی از انرژی قابل هضم و میزان پروتئین جیره غذایی است. همچنین، ارزش غذایی تحت تأثیر دیگر ترکیبات موجود در خوراک که دارای خصوصیات تغذیه‌ای

1- Nutritive Value

مثبت و یا منفی هستند، نیز می‌باشد (۸۰). به نظر برخی از محققین، در مورد گونه‌های شورزی، ارزیابی قابلیت هضم ماده خشک (DMD)[1] به عنوان شاخصی از ارزش غذایی مناسب نمی‌باشد، زیرا برخی از علوفه‌های شورزی حاوی تا ۳۰ درصد نمک در ماده خشک هستند. بنابراین، به نظر می‌آید که بخش زیادی از ماده خشک قابل هضم آنها نیز نمک باشد، که فاقد ارزش انرژی است (۸۰). قابلیت هضم ماده آلی (OMD)[2] یا ماده آلی قابل هضم در ماده خشک (DOMD)[3] شاخص‌های مناسب‌تری برای ارزیابی مقدار انرژی موجود در علوفه می‌باشند (۷۹).

شاخص میزان پروتئین خام (CP)[4] در علوفه‌های شورزی نیز ممکن است معیار مناسبی برای برآورد کیفیت علوفه نباشد. میزان پروتئین خام به طور معمول، از اندازه‌گیری میزان نیتروژن گیاه محاسبه می‌شود، که در آن فرض می‌شود که تمام نیتروژن گیاه به صورت پروتئین است. لیکن، بسیاری از گیاهان متحمل به شوری حاوی مقادیر زیادی از نیتروژن غیرپروتئینی هستند. برای مثال، ۴۲ درصد نیتروژن در آتریپلکس بارکلایانا (*A. barclayana*) به شکل غیرپروتئینی است (۴۰). البته این نیتروژن در صورتی که مقادیر کافی از انرژی برای دام فراهم باشد، و یا اگر به جیره غذایی با کمبود پروتئین اضافه شود، می‌تواند به پروتئین میکروبی تبدیل شده و به مصرف سوخت و ساز برسد (۷۹).

کیفیت علوفه گیاهان شورزی با وضعیت رویشگاه، سن گیاه و زمان بهره‌برداری تغییر می‌کند. برای مثال، تغییرات درصد پروتئین آتریپلکس لنتی فورمیس (*A. lentiformise*) در قم بین ۱۱/۲ در اسفند و ۱۹/۴ در اردیبهشت ماه، درصد کلسیم، به ترتیب، ۱/۴۵ در آذر و ۲/۲۶ در خرداد ماه و درصد فسفر، به ترتیب، ۰/۳۳ در شهریور و ۰/۴۵ در اسفند ماه گزارش شده است (۱۴). ترکیب شیمیایی علوفه بر قابلیت هضم و جذب عناصر غذایی اثرگذار است. ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم چهار گونه علوفه شورزی بیابان‌های مرکزی ایران و سه گونه علوفه شورزی مناطق باطلاقی مازندران بررسی شده است (۶۴ و ۹۵). چهار گونه علوفه بیابان‌های مرکزی عبارت بودند از کوچیا

1- Dry Matter Digestibility
2- Organic Matter Digestibility
3- Degestible Organic Matter in the Dry Matter
4- Crude Protein

(*Kochia scoparia*)، آتریپلکس (*A. dimorphostegia*)، سیاه شور (*S. arcuata*) و گامانتوس (*G. gamacarpus*)، و سه گونه علوفه مناطق باطلاقی مازندران عبارت بودند از *Paspalum distichum*، *Sparganium erectum* و *Aeloropus litoralis*. که نتایج تجزیه‌های شیمیایی آنها در پیوست ۲ ارائه گردیده است. طبق نتایج، میزان عناصر غذایی مفید در کوچیا و آتریپلکس بیشتر از دو گونه دیگر بوده و مصرف اختیاری آتریپلکس بیشتر از کوچیا است. هر چهار گونه علوفه شورزی مورد بررسی به عنوان مکمل غذایی مناسبی برای نشخوارکنندگان تشخیص داده شدند (۹۵). تجزیه شیمیایی علوفه‌های شورزی مازندران نیز نشان از درصد خاکستر (نمک) پایین و کیفیت مناسب به عنوان مکمل غذایی برای دام می‌باشد (۶۴).

بسیاری از گونه‌های شورزی حاوی مقادیر زیادی از پروتئین و کربوهیدرات قابل هضم هستند. از آنجا که ذخیره‌سازی نمک، یکی از راهکارهای مقابله با شوری در گیاهان شورزی است، برخی از آنها حاوی مقادیر زیاد نمک (خاکستر) نیز می‌باشند. نمک کالری ندارد ولیکن دارای حجم است، و در نتیجه، ارزش غذایی این گونه‌ها را کاهش می‌دهد. نمک موجود در علوفه، تغذیه دام از گونه‌های شورزی را محدود می‌سازد. با این حال، در مراتع طبیعی، هرگاه که گونه‌های خوش خوراک موجود نباشند، دام مجبور به استفاده از برخی از گونه‌های شورزی می‌شود.

بهترین راه استفاده از علوفه‌های شورزی، مخلوط نمودن آن با جیره غذایی دام و به عنوان جایگزین علوفه خشک است، که بین ۳۰ الی ۵۰ درصد از خوراک دام را در فعالیتهای پرواربندی دام تشکیل می‌دهد. مطالعات تغذیه گوسفند و بز با خوراک دام حاوی سالیکورنیا، Suaeda و آتریپلکس نشان داد که افزایش وزن و کیفیت گوشت و لاشه این دام‌ها با دام‌هایی که با خوراک‌های رایج تغذیه شدند، تفاوتی ندارد (۵۸). لیکن، دام‌هایی که از علوفه شورزی تغذیه نموده بودند، آب بیشتری را مصرف می‌کردند (۵۸). علوفه *Sporobolus virginicus* می‌تواند به تنهایی (۱۰۰ درصد جیره غذایی) در تغذیه گوسفندان پرواری، بدون اثرات منفی بر کارآیی مصرف خوراک[1]، میزان رشد و

1- Feed efficiency

کیفیت لاشه، استفاده کرد (۳۳). همچنین، جیره غذایی ۱:۱ از آتریپلکس و *S. virginicus* اثرات معنی‌دار و بهتری نسبت به جیره‌های غذایی ۱۰۰ درصد از آتریپلکس، *Sporobolus* و رودز گراس (Rhoades grass) بر افزایش جذب غذایی در بزغاله داشت (۳۲). بیطرف و همکاران (۸) علوفه آتریپلکس لنتی فورمیس را برای گوسفند و بز در سطح داشتی و به عنوان بخشی از علوفه خشبی جیره غذایی شتر پرواری گزارش کرده‌اند. بازده غذایی بره و بزغاله در جیره غذایی حاوی ۱۲/۵ درصد آتریپلکس لنتی فورمیس در استان یزد، به ترتیب، ۱۰/۰ و ۷/۷ درصد بود (۲۴). قابلیت هضم ماده خشک آن برای گوسفند در ایستگاه تحقیقات سبزوار در حدود ۶۰ درصد و در منطقه یزد ۵۱/۲ درصد گزارش شده است (۶ و ۱۸). علوفه شورزی *Panicum turgidum* در تغذیه گوساله به عنوان جایگزین ذرت مورد بررسی قرار گرفته است (۶۹). در این آزمایش، ۳۰ و ۱۰۰ درصد از علوفه فوق در جیره غذایی جایگزین ذرت و اثرات آن بر رشد و کیفیت گوشت و لاشه گوساله، به همراه جیره غذایی رایج (حاوی ذرت) به مدت ۴ ماه مطالعه شد. افزایش وزن زنده، وزن لاشه و اندامهای گوساله و مزه گوشت در هر سه جیره تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین، در مصرف اختیاری آب توسط گوساله در جیره‌های غذایی رایج و حاوی ۱۰۰ درصد جایگزینی علوفه شورزی با ذرت، تفاوتی مشاهده نشد (۶۹).

آبهای شور در برخی موارد به عنوان آب شرب دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدول ۳-۴، به عنوان راهنما برای کاربرد آب شور برای مصرف دام‌های مختلف ارائه گردیده است. اطلاعات بیشتری در این مورد در پیوست ۳ ارائه شده است. همان طور که از این جدول مشاهده می‌شود، گوسفند از دیگر دام‌ها نسبت به شوری آب شرب تحمل بیشتری دارد. نتایج مطالعات نشان داده است که گوسفندهایی که با شرایط خشک سازگار هستند، مانند گوسفند مرینوس، توانایی ذخیره‌سازی رطوبت بدن آنها نزدیک به شتر است (۷۴). ولیکن، مطالعات متعدد نشان داده است که شتر نسبت به گوسفند تحمل بیشتری برای مصرف آب شور دارد (۵۳ و ۹۹).

افزایش شوری آب شرب از ۲۸۳ میلی‌گرم بر لیتر به ۷۶۵۰ و ۱۳۵۳۵ میلی‌گرم بر لیتر، افزایش وزن زنده شتر را بهبود بخشید (۹۹). در آزمایشی به مدت ۱۲۰ روز، اثرات چهار

سطح شوری آب شرب (۰، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد کلرور سدیم) بر شتر ماده بررسی گردید (۶۸). آب شرب ۱ درصد باعث بهبود افزایش وزن زنده شده، و به طور معنی‌داری مصرف مواد خشک را افزایش داد. از این رو، نتیجه‌گیری شد که آب حاوی ۱ درصد کلرور سدیم (۱۰۱/۲ گرم سدیم در روز، معادل ۲۵۷ گرم کلرور سدیم در روز) برای شتر مفید بوده، و حد آستانه تحمل به کلرور سدیم در شتر بین ۱ تا ۱/۵ درصد می‌باشد (۶۸). در مطالعه مشابه دیگری که بر روی شتر و گوسفند با آب آشامیدنی شور (۱۳۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) انجام گرفت، مصرف اختیاری آب در هر دو دام افزایش داشت، ولیکن به طور میانگین، شتر ۴۰ درصد کمتر از گوسفند آب مصرف نمود (۵۳).

جدول ۳-۴- حدود تحمل دام‌های مختلف به شوری آب شرب (میلی‌گرم بر لیتر) (۷۶)

دام	حداکثر غلظت بهینه برای رشد سالم	حداکثر غلظت برای شرایط خوب سلامت	حداکثر غلظتی که احتمالاً برای مدت محدودی بی‌خطر است*
گوسفند	۵۰۰۰	۵۰۰۰–۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰–۱۳۰۰۰
گاو گوشتی	۴۰۰۰	۴۰۰۰–۵۰۰۰	۵۰۰۰–۱۰۰۰۰
گاو شیری	۲۵۰۰	۲۵۰۰–۴۰۰۰	۴۰۰۰–۷۰۰۰
اسب	۴۰۰۰	۴۰۰۰–۶۰۰۰	۶۰۰۰–۷۰۰۰
طیور	۲۰۰۰	۲۰۰۰–۳۰۰۰	۳۰۰۰–۴۰۰۰

* در شرایط اضطراری که آب مناسب برای شرب در دسترس نباشد.

در کشاورزی شورورزی به منظور تولیدات دامی، به طور معمول، آب و علوفه آن هر دو حاوی نمک می‌باشند. بنابراین، باید مجموع نمک در آب شرب دام و جیره غذایی آن لحاظ شوند. اگر علوفه حاوی نمک زیاد بوده و منبع کافی از آب شیرین در دسترس باشد، آنگاه دام می‌تواند با آشامیدن آب بیشتر و در نتیجه، افزایش ظرفیت دفع نمک توسط کلیه‌ها، با آن شرایط مقابله نماید (۸۰). از نظر کاربردی، آب و علوفه هر دو نباید حاوی مقادیر زیاد نمک باشند. نتایج آزمایش‌ها نشان داده است که گوسفند و گاو

می‌توانند ۱۰-۷ درصد و مرغ در حدود ۳ درصد کلرور سدیم را در جیرهٔ غذایی خود تحمل کنند و بیشتر از آن اثرات نامطلوب فیزیولوژیکی کلرور سدیم بر حیوان نمایان می‌گردد (۸۳). در بین گونه‌های دامی، نژادهای سازگار با مناطق خشک بیشتر قادر به نگهداری آب در بدن و جذب نمک می‌باشند (۸۰). برای مثال، گاو سیستانی به احتمال زیاد بهتر از گاو هلشتاین بتواند جیره حاوی مقادیر زیادتر نمک را تحمل کند.

هر چند جذب زیاد نمک باعث کاهش رشد نشخوارکنندگان می‌شود، لیکن، مصرف مقادیر متوسط نمک اثرات مثبتی بر تولید فرآورده‌های مربوطه دارد (۸۰). این امر بیشتر در مورد کمیت و کیفیت پشم مشاهده شده است (۶۳ و ۷۸). در ایران، به دلیل رونق صنعت فرش‌بافی و نیاز به پشم و کرک باکیفیت و مرغوب، برخی از نژادهای بز بیشتر به منظور تولید پشم و کرک پرورش داده می‌شوند. با توجه به نتایج تحقیقات فوق، از نظر تولید پشم، استفاده از مواد گیاهی حاوی مقادیر زیاد نمک (مانند علوفه‌های شورزی)، تولید پشم به ازای هر کیلوگرم ماده آلی مصرفی را می‌تواند افزایش دهد (۸۰). کیفیت لاشهٔ گوسفندانی که مقادیر متوسطی از نمک را مصرف کرده‌اند نیز افزایش داشته است. طبق نتایج برخی از مطالعات، مصرف متوسط کلرور سدیم از طریق آب آشامیدنی یا علوفه، باعث کاهش درصد چربی و افزایش پروتئین در لاشه گوسفندان می‌گردد (۷۱ و ۱۰۸).

گیاهانی که در شرایط محیطی تنش‌زا رشد می‌کنند، به طور معمول، حاوی ترکیبات ثانویه‌ای هستند که در بقا و قابلیت مقاومت آنها اثرگذار می‌باشد. این ترکیبات ممکن است موجب افزایش تحمل آنها به شرایط تنش (مانند نمک، بتائین و آنتی‌اکسیدانتها)، یا جلوگیری از چرای آنها توسط جانوران (مانند تانن، اکسالیت و نیترات) گردد (۸۰). انواع این ترکیبات ممکن است در گونه‌های مختلف شورزی نیز مشاهده شود. خلاصه‌ای از اثرات مثبت یا منفی برخی از این ترکیبات در جدول ۳-۵ ارائه گردیده است. خشک کردن، سیلوسازی، فرآوری فیزیکی و شیمیایی و استفاده از مکمل‌ها و افزودنی‌های خوراکی اثرات نامطلوب احتمالی ترکیبات غیرمغذی را در علوفه‌های شورزی کاهش می‌دهد (۳۷).

جدول ۳-۵- برخی از ترکیبات مغذی و غیرمغذی موجود در گیاهان متحمل به شوری (۸۰)

نوع ترکیب	مغذی (+) یا غیرمغذی (-)	منبع گیاهی	توضیحات
ویتامین E	+	*Atriplex* spp.	آنتی‌اکسیدانتی است که از گوسفند در مقابل امراض ماهیچه‌ای محافظت می‌نماید، و عمر انبارداری گوشت را افزایش می‌دهد.
بتائین Betaine	+	بسیاری از شورزی‌ها	می‌تواند مصرف میتونین در نشخوارکنندگان را بهبود بخشد و میزان چربی بافت‌ها را کاهش دهد.
تانن Tannins	+ یا -	*Acacia* spp. و بسیاری از لگومینه‌ها	غلظت‌های پایین (٤-۲ درصد) میزان دسترسی پروتئین را بهبود می‌بخشد، غلظت‌های بالا (۱۰-٤ درصد) جذب خوراک را کاهش می‌دهد.
کومارین Cumarin	-	*Melilotus* spp.	می‌تواند قابلیت هضم را کاهش دهد یا باعث رنگی شدن شیر یا گوشت گردد. در شرایط بدی آب و هوا، به هنگام فساد مواد گیاهی، تبدیل به دی کومارین که بسیار مسموم‌کننده است، می‌شود.
اکسالیت Oxalates	-	بسیاری از کنوپودیسه‌ها	به کلسیم متصل شده و باعث کاهش قابلیت دسترسی آن می‌گردد. امکان دارد باعث آسیب‌رسانی به کلیه‌ها گردد. جذب خوراک را کاهش می‌دهد.
نیترات Nitrates	-	گونه‌های *Atriplex* و *Maireana*	با تبدیل شدن به نیترات در شکمبه، هموگلوبین را به متموگلوبین تبدیل کرده و باعث فقدان اکسیژن در خون می‌گردد. ممکن است باعث کاهش جذب خوراک گردد.

۳-۱-۱-۲- سیستم‌های تولید دام و شورورزی

تولیدات دامی در شورورزی به دو روش سیستم باز یا دامداری (مرتعداری و چرای آزاد دام) و سیستم بسته (دامپروری صنعتی یا نیمه صنعتی) انجام می‌گیرد. موقعیت محل، تفاوت بین گونه‌ها و نژادها، وضعیت فیزیولوژیکی دام‌ها و به ویژه توانایی سازگاری آنها با شرایط تنش‌های محیطی، از مهمترین مواردی هستند که در مدیریت سیستم‌های

دامپروری باید در نظر گرفته شوند.

الف- سیستم‌های باز یا دامداری

میزان و نوع نمک‌هایی که منجر به شوری می‌شوند، اثر زیادی بر نوع و ترکیبات گیاهانی که می‌توانند در محل رشد کنند و کیفیت منابع آب موجود خواهد داشت. بنابراین، مدیریت تغذیه در چرای دام‌ها (مرتع-دام) خاص هر منطقه خواهد بود و اثرات احتمالی بر رشد و تولید باید به طور کامل مد نظر قرار گیرد (۸۰). جدول ۳-۶ خلاصه‌ای از گزارشات منتشر شده در خصوص اثرات نوع گونه‌های غالب مرتع، و زمان و دوره چرای گوسفند (به عبارت دیگر مدیریت چرا) بر رشد دام در مراتع شور کشور استرالیا می‌باشد. این جدول، نتایج مختلفی را برای شرایط و مدیریت‌های مختلف نشان می‌دهد. در سطوح کم تا متوسط شوری (۱۵> دسی‌زیمنس بر متر)، به ویژه در مناطقی که آب کافی در دسترس بوده است (به علت شرایط فصلی یا توپوگرافی)، توانمندی تولید دام بسیار زیاد است (۵۴ و ۷۳). در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، گیاهان شورزی در فصول خشک و مواقع کمبود علوفه می‌توانند علوفه سبز تولید نمایند. لیکن، به دلیل نمک زیاد در علوفه که باعث کاهش ارزش غذایی آن می‌شود، احتمالاً افزایش وزن در دام مشاهده نخواهد شد. ولیکن، در شرایط خشکسالی یا فصولی که کمبود علوفه در آن شدیدتر است، این علوفه‌ها به نگهداری و زنده ماندن دام کمک مؤثری می‌کنند. در چنین شرایطی، مدیریت مرتع و تغذیه دام می‌تواند شامل غنی کردن مرتع با کاشت برخی از گونه‌ها که انرژی مورد نیاز دام را تأمین کند و یا استفاده از منابع غذایی با کیفیت و محدود موجود به عنوان مکمل، باشد. گیاهان شورزی می‌توانند جذب و مصرف علوفه‌های کم کیفیت، مانند مراتع خشک و بقایای محصولات زراعی، را افزایش دهند (۴۷ و ۷۲). از این رو، بزرگترین فایدهٔ علوفه‌های شورزی در سیستم‌های باز، افزایش و بهبود مصرف علوفه‌ها و بقایای گیاهی کم کیفیت است، که ترکیب آنها باعث افزایش وزن زنده و نگهداری پروتئین در دام می‌شود (۴۰). چرای مرتب و سنگین از مراتع شور، همچنین باعث تحریک رشد جدید برگها با سطوح نمک کمتر، و در نتیجه، افزایش کیفیت علوفه می‌گردد (۹۸).

جدول ۳-۶- خلاصه‌ای از نتایج پرورش گوسفند در عرصه‌های شور کشور استرالیا (۸۰)

گونه‌های غالب در چراگاه	زمان در سال	سن گوسفند (سال)	دوره چرا (روز)	تعداد دام در هر هکتار	تغییر وزن زنده (گرم بر روز)
علف جو دریایی - tall wheatgrass	تابستان	۱	۵۲	۱۰	-۲۱
شبدر شیرین- tall wheatgrass	تابستان	۱	۲۸	۷۵	۸۰
tall wheatgrass[1]-tall fescue[1] - phalaris[1]- رای‌گراس[۱] چندساله - لگوم‌های یکساله[۲]	پاییز	۱	٤۸	۳۱	۷۷
علف جو دریایی	زمستان/ بهار	۱/۵	۲۲۷	۲	٦٦
Puccinellia	زمستان/ بهار	۱/۵	۲۲۷	۵	۸۳
علف جو دریایی	تابستان	۲	۵٦	۹	-۱٤۰
شبدر بلانزا-رای‌گراس (*Lolium multiflorum*)	تابستان	۲	۵٦	۱۰	۱۸
Tall wheatgrass	تابستان	۲	۵٦	۱۰	-۱٤۰
Puccinellia (*Puccinellia stricta*)	تابستان	۲	۵٦	۸	۱۸
علف جو دریایی	تابستان	۰/۵	۵٦	۹	-۷۱
شبدر بلانزا-رای‌گراس (*Lolium multiflorum*)	تابستان	۰/۵	۵٦	۱۰	٤۸
Tall wheatgrass	تابستان	۰/۵	۵٦	۱۰	-۷۱
Puccinellia (*Puccinellia stricta*)	تابستان	۰/۵	۵٦	۸	٤۳
گونه‌های آتریپلکس-بلوبوش کوچک برگ- علفهای متفرقه	پاییز	۳	٤۲	۱۵	-۱۰۵
گونه‌های آتریپلکس-بلوبوش کوچک برگ- علفهای متفرقه	پاییز	۳	٤۲	۱۵	-۱۰
گونه‌های آتریپلکس-بلوبوش کوچک برگ- علفهای متفرقه	پاییز	۳	٤۲	۱۵	-۲
شبدر بلانزا - Puccinellia	تابستان/ پاییز	۱	٦۳	۱۰/۵	-٤٤
گونه‌های آتریپلکس	پاییز	۱	۵۰	۱۳/۳	۱۵
شبدر بلانزا - گونه‌های آتریپلکس	تابستان/ پاییز	۱	۱۹	۸	۸۰

1- Tall fescue (Festuca arundinacea), phalaris (Phalaris aquatica), perennial ryegrass (Lolium perenne)

۲- گیاهان لگومینه یکساله: شبدر بلانزا، شبدر توت فرنگی (Trifolium fragiferum) و شبدر سابترانیوم (T. subterraneum)

در حال حاضر، از سه نوع سیستم باز (مرتعداری و چرای آزاد دام) در کشور استرالیا بهره‌برداری اقتصادی می‌گردد. نظر به اینکه، استرالیا تنها کشوری است که به طور گسترده و تجاری در زمینه شورورزی و مرتعداری فعالیت می‌نماید، اشاره‌ای گذرا به این سه سیستم خواهد شد. قابل ذکر است که از گیاه شورزی کالرگراس (Kallar grass) نیز در سطح نسبتاً وسیعی در عرصه‌های شور کشورهای پاکستان و هند برای دامداری بهره‌برداری اقتصادی می‌شود.

الف-۱- مراتع آتریپلکس

همانطور که در قبل بیان شد، آتریپلکس توانمندی بالایی به عنوان علوفه دارد. تحمل به خشکی این گیاه نیز در حد مناسبی است. برای مثال، گونه *Atriplex nummularia* به خوبی در مناطقی که کمتر از ۴۰۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه دارند، رشد می‌کند. آتریپلکس بسیار متحمل به شوری بوده و دارای تحمل به شرایط ماندابی متوسط است (۸۸). مراتع آتریپلکس به منظور حفظ و نگهداری از گله‌های دام در مناطق کم باران و شور طراحی شده است. در فصولی که کمبود علوفه سبز وجود دارد، از علوفه آتریپلکس برای تغذیه و حفظ دامها تا شروع فصل بارندگی استفاده می‌شود. در فصل بارندگی، علوفه‌های سبز و خوش خوراک رشد کرده و دام با تغذیه آنها افزایش وزن پیدا کرده و برای عرضه به بازار آماده می‌شود. مطالعه بر روی یک مرتع آتریپلکس نشان داد که گله‌های گوسفند و گاوی که در مراتع معمولی و مراتع آتریپلکس (*A. vesiacria*) به مدت چهار سال چرا کردند، از نظر تولید وزن بدن در هکتار تفاوتی با یکدیگر نداشتند (۱۱۳).

علاوه بر تولید علوفه و امکان چرای خارج از فصل، فواید جانبی این سیستم کنترل فرسایش، زهکشی زمینهای ماندابی، کاهش خطرات سیل‌گیری، بهبود زیستگاه حیات وحش، زیباسازی طبیعت مخروبه و ترسیب کربن می‌باشد. همچنین، به تدریج خاک‌های شور اصلاح شده و شرایط برای کاشت برخی گونه‌های خوش‌خوراک‌تر ولی با تحمل به شوری کمتر، آماده می‌شود. آتریپلکس کاشته شده، با پوشش سطح خاک شور، تبخیر را کاهش داده و همزمان با جذب آب از خاک، باعث افت سطح ایستابی نیز می‌شود. این دو عامل باعث کاهش شوری در لایه سطحی خاک شده و زمینه را برای

کاشت گونه‌های یکساله خوش‌خوراک که تحمل به شوری کمتری دارند، فراهم می‌سازد. بنابراین، کیفیت و ظرفیت چرای مرتع، و همچنین، توانایی کسب درآمد با کاشت آتریپلکس افزایش می‌یابد. شبدر ایرانی گونه یکساله مناسب برای این مراتع به عنوان گیاه هم‌نشین[1] با آتریپلکس، می‌باشد. در سال دوم، می‌توان آن را در بین ردیف‌های آتریپلکس، به میزان ۵-۳ کیلو بذر بر هکتار کشت کرد. شبدر ایرانی تحمل به ماندابی بسیار خوبی دارد و می‌تواند در زمینهای شور (تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) بین ۳/۵-۲/۵ تن در هر هکتار علوفه تولید نماید (۵۱).

مراتع آتریپلکس در کشور استرالیا توسط مرتعداران خصوصی، که دارای زمینهای وسیع هستند، احداث و مدیریت می‌شوند. این روش مرتعداری (مرتع آتریپلکس)، در حال حاضر در مناطق خشک و کم باران استرالیا رایج بوده و هدف آن است که با احیای زمینهای بسیار شور و مخروبه، علاوه بر فواید زیست محیطی مرتبط با آن، در فصول خشک، علوفه کافی برای حفظ و نگهداری دامها را فراهم کنند، و با بهتر شدن شرایط مرتع، تعداد دامها را افزایش دهند. به نظر مرتعداران استرالیایی، از نظر کاربردی، اثرات نامطلوب احتمالی جیره غذایی آتریپلکس را می‌توان با مدیریت مناسب مرتع و چرا به حداقل رساند (۸۸). تجربه آنها نشان داده است که می‌توان درآمد خوبی از زمینهای نامرغوب و حاشیه‌ای کسب کرد، البته به شرط آن که به همراه آتریپلکس خوراک‌های جایگزین نیز به‌اندازه کافی برای تغذیه دام فراهم شود.

الف- ۲- مراتع شورزی

هدف از ایجاد این نوع مرتع استفاده از گونه‌های مختلف متحمل به شوری و شورزی برای ایجاد مرغزار و تولید علوفه است. مراتع شورزی شامل انواع گونه‌های علفی، شبدرها و گیاهان دارویی می‌باشند. علوفه‌های علفی برداشت می‌شوند و یا به طور مستقیم به چرای دام می‌رسند. بر اساس مطالعات متعدد در استرالیا، در حال حاضر چند گونه گیاهی مناسب برای کاشت در این نوع مراتع در نظر گرفته شده است، و بررسی گونه‌های دیگر از منابع داخلی و بین‌المللی به طور وسیع ادامه دارد (۸۸). این مراتع نوعی علفزار مخلوط از گونه‌های علفی مختلف است، ولیکن، به صورت تک

1- Companion crop

گونه‌ای نیز قابل اجرا است. در حال حاضر، بهره‌برداری از واحدهای بزرگ این نوع مراتع توسط مرتعداران خصوصی در استرالیا انجام می‌گیرد (۸۸). بیشتر بهره‌برداران تولید کننده پشم گوسفند هستند، لیکن تعداد معدودی نیز برای گاوداری و تولید گوشت گوساله، اقدام به احداث مرغزارهای شورزی نموده‌اند. فواید جانبی زیست محیطی این مراتع نیز مشابه مراتع آتریپلکس است. علوفه این مراتع را می‌توان چین‌برداری و در واحدهای بسته و سیلو استفاده نمود، یا به بازار عرضه کرد. جدول ۳-۷ حد تحمل به شوری برخی از گیاهان و لگومهای مورد استفاده در این نوع مرتعداری را نشان می‌دهد. همچنین، فهرستی از گونه‌های علوفه‌ای در مراتع شور حوضه مدیترانه در جدول ۳-۸ ارائه شده است. فهرست بزرگی از گونه‌های مناسب مرتعی برای احداث مراتع شورزی و محدوده‌های تحمل به شوری آنها در پیوست ۱ ارائه شده است.

جدول ۳-۷- تحمل به شوری برخی از علف‌ها و گیاهان لگومینه در مرحله رسیدگی کامل (۳۵)

خانواده/گونه	حد تحمل	
	شوری خاک*	ماندابی
گونه‌های علفی		
Puccinellia (*Puccinellia ciliate*)	بسیار متحمل	بسیار متحمل
Tall wheat grass (*Thinopyrum ponticum*)	بسیار متحمل	بسیار متحمل
Tall fescue (*Festuca arundinacea*)	متحمل	بسیار متحمل
Phalaris (*Phalaris acquatica*)	متحمل	بسیار متحمل
گونه‌های لگومینه		
Balansa clover (*Trifolium michelianum*)	متوسط	متحمل
Persian clover (*Trifolium resupinatum*)	متوسط	متحمل
Strawberry clover	متحمل	متحمل
Hourglass clover		-
Melilotus (*Melilotus alba*)	بسیار متحمل	متحمل
Lucerne	متحمل	-

* حد تحمل به شوری بر حسب شوری عصاره اشباع خاک (EC_e) بیان می‌شود: تحمل متوسط (۸-۴ دسی‌زیمنس بر متر)، متحمل (۱۶-۸ دسی‌زیمنس بر متر)، بسیار متحمل (بیش از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر).

جدول ۳-۸- برخی از گیاهان علوفه‌ای در مناطق شور حوضه مدیترانه (۴۱)

نام گونه	حداقل نیاز به بارندگی سالیانه (میلی‌متر)	تحمل به یخبندان	حداکثر تحمل به شوری خاک (دسی‌زیمنس بر متر)
غیرلگومینه - چند ساله			
Festuca elatior	٤٠٠	خوب	٢٠
Elytrigia elongatum	٣٠٠	خوب	٢٠
Agropyropsis lolium	٣٠٠	خوب	٢٠
Pucciniella distans	٢٠٠	خوب	٢٠
Sporobolus tourneuxii	٥٠	متوسط	٢٠
Sporobolus helvolus	٥٠	متوسط	٢٠
لگومینه - یکساله و دو ساله			
Medicago ciliaris	٤٠٠	متوسط	١٠
Medicago intertexia	٤٠٠	متوسط	١٠
Medicago hispada	٢٠٠	متوسط	١٠
Hedysarum carnosum	١٥٠	متوسط	٣٠
Melilotus indica	٣٠٠	متوسط	١٠
Melilotus alba	٣٠٠	خوب	١٠
لگومینه - چند ساله			
Trifolium fragiferum	٤٠٠	خوب	١٥
Lotus creticus	١٥٠	ضعیف	١٠
Lotus corniculatus	٤٠٠	خوب	١٠
Teragonolobus siliquosus	٤٠٠	خوب	١٥

الف-۳- تولید علف شور

دو واریته تجاری از گیاه شورزی علف شور (Distichlis)، یکی به عنوان غله و دیگری به عنوان علوفه، ثبت[1] شده است. تولید این دو واریتـه مثـالی از اصـلاح موفـق یـک گیـاه

1- Patent

شورزی وحشی به یک محصول زراعی است. گندم وحشی (Wild wheat) یک غله شورزی است که عملکردی مشابه عملکرد گندم دیم دارد. در حال حاضر محصول آن در کشور آمریکا به فروش می‌رسد. هنگام به‌نژادی برای دستیابی به رقم گندم وحشی، رقم نیپا (NyPa)، یک علوفه سریع‌الرشد با خاکستر کم و بدون بذر، به دست آمد، که ارزش غذایی آن همانند علوفه لوسرن (Lucerne) بوده و حداکثر عملکرد آن در محدوده شوری آب بین ۷ تا ۲۸ دسی‌زیمنس بر متر به دست می‌آید (۸۸). در ضمن، هر دو رقم چند ساله بوده و نیاز به کاشت دوباره ندارند.

علف شور توسط ریزوم به سرعت ریشه دوانده و تکثیر می‌شود، و به همین دلیل باعث بهبود نفوذپذیری خاک، افت سطح ایستابی و بهبود وضعیت ساختمان و افزایش ماده آلی خاک می‌گردد. این گیاه، به دلیل ساختار ریشه خود، نسبت به شرایط ماندابی نیز مقاوم می‌باشد. طبق مشاهدات در مراتع علف شور استرالیا، این گیاه تا ۴ ماه شرایط ماندابی را تحمل می‌کند (۸۸). این گیاه در مناطقی که زمستان سرد و تابستان بسیار گرم دارند نیز به خوبی رشد می‌کند، و از آنجا که گیاهی چهار کربنه (C4) می‌باشد، تحمل به خشکی خوبی را نیز دارد. به علت سرعت رشد زیاد و قابلیت تحمل قابل ملاحظه نسبت به بسیاری از شرایط تنشی مختلف، احتمال گسترش آن به زیست‌بوم‌های مجاور و یا نواحی دورتر نیاز به بررسی دارد. لیکن، کارشناسان معتقد هستند که به دلیل ازدیاد آن از طریق ریزوم، احتمال وقوع این امر محدود است (۸۸). علف شور در ایران نیز موجود بوده، و به احتمال محققین داخلی بتوانند برای به‌نژادی آن اقدام کنند.

تولید انبوه گندم وحشی در کشورهای آمریکا و مکزیک انجام می‌گیرد و بازار مصرف مناسبی در بین خریداران غذاهای مغذی و سالم در کشورهای غربی دارد. این گیاه نمک را در اندام خود نگه نداشته و آن را توسط غده‌هایی که بر روی سطح برگ آن است، به خارج دفع می‌سازد، و به همین دلیل دارای خاکستر کمی است. میزان خاکستر آن ۱/۶ درصد اندازه‌گیری شده، که کمتر از میزان خاکستر در گندم و جو است.

همچنین، گندم وحشی دارای ارزش غذایی بسیار بالایی بوده و عاری از گلوتن می‌باشد (۸۸).

فواید زیست محیطی مراتع علف شور عبارت از ایجاد پوشش در زمینهای مخروبه و شور، جذب عناصر غذایی از زه‌آب‌های شور، کاهش فرسایش، حفاظت از زهکش‌های خاکی و کانال‌های آبیاری در انواع زراعت‌های با آب شور و بهبود حاصلخیزی خاک می‌باشد. باید توجه کرد که در مناطق با زیست‌بوم‌های آبی حساس، افت بیش از حد سطح ایستابی توسط گیاهان متحمل به شوری و شورزی‌ها ممکن است زیان‌بار باشد. بنابراین، پیش از احداث اینگونه مراتع یا مزارع باید موقعیت محلی آن از نظر اثرات زیست محیطی به دقت مورد بررسی قرار گیرد.

ب- سیستم‌های بسته یا دامپروری

از بهترین موارد مصرف علوفه‌های شورزی در سیستم‌های بسته دامپروری است. در مطالعات متعدد، قرار دادن گیاه سالیکورنیا (*Salicornia bigelovi*) تا ۳۰ درصد از کل جیرهٔ غذایی و ۶۰-۵۰ درصد از بخش فیبری خوراک، تأثیر منفی بر هضم خوراک و رشد بز و گوسفند نر و شتر نداشته است (۲۷، ۳۱، ۵۷ و ۷۱). نتایج مشابهی برای گونه‌های دیگر شورزی، مانند *Suaeda esterou* و *A. barclayana* گزارش شده است (۱۰۱). در یک بررسی جدید، دو گونه آتریپلکس (*A. halimus* و *A. nummularia*) در جیرهٔ غذایی میش‌های آبستن و شیرده (مخلوطی از کنسانتره و علوفه) گنجانده شد (۲۹). نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزینی کاه جو با آتریپلکس تأثیری بر تولید شیر، رشد و وزن میش ندارد. همچنین، نتایج مطالعاتی با سه گونه آتریپلکس نشان داد که در مخلوط ۱:۱ جیره غذایی آتریپلکس و کاه جو (۵۰ درصد از هر کدام)، افزایش وزن زنده و جذب غذای گوسفند مرینوس به طور معنی‌داری بیشتر از جیره غذایی هر یک از آن دو ماده به تنهایی است (۱۰۷ و ۱۰۸). نمک زیاد در علوفه شورزی و فیبر زیاد در کاه جذب و هضم این دو علوفه را به تنهایی کاهش می‌دهد، در حالی که

مخلوطی از آن دو به عنوان مکملی برای یکدیگر بوده و قابلیت جذب خوراک را افزایش می‌دهد. به طور کلی، نتایج اینگونه آزمایش‌ها نشان داده که تغذیه ۱۰۰ درصد با برخی از علوفه‌های شورزی با درصد نمک زیاد اثر مثبتی بر رشد دام ندارد، لیکن، مشکل نمک را با مخلوط کردن آن با مواد غذایی دیگر در جیره غذایی می‌توان به خوبی برطرف کرد. استفاده تجاری از علوفه‌های شورزی در جیره‌های غذایی وابسته به میزان تولید ماده آلی (بیوماس) قابل خوردن از گیاه مورد نظر، و هزینه‌های برداشت و آماده‌سازی خوراک می‌باشد.

۳-۱-۲- مصارف خوراکی

از میان گیاهان زراعی رایج، تنها دو گونه چغندرقند (*Beta vulgaris*) و نخل خرما (*Phoenix dectylifera*) دارای اجداد شورزی هستند. این گونه‌ها با اعمال مدیریت مناسب آبیاری، بدون کاهش عملکرد زیاد با آب لب شور قابل آبیاری می‌باشند. تعداد اندکی از سایر گیاهان زراعی و باغی رایج دیگر در سطح جهان، قادر به تحمل آب آبیاری با بیش از ۰/۵ درصد نمک (حدود ۸ دسی‌زیمنس بر متر) بوده، و اغلب آنها در شوری ۰/۱ درصد (حدود ۲ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش عملکرد شدیدی دارند. در شرایطی که تولید محصولات زراعی رایج به دلیل شوری زیاد آب و خاک امکان‌پذیر نباشد، گیاهان شورزی امکان تولید مواد خوراکی متنوعی را می‌توانند فراهم سازند.

بذر بسیاری از گیاهان شورزی دانه‌ای، حاوی مقادیر کم و در حد عادی نمک (خاکستر) می‌باشد. از این رو، می‌توان در میان آنها گونه‌هایی را با کاربرد تولید غله، دانه روغنی یا خشکبار پیدا کرد. در سطح جهانی، گونه‌هایی از گیاهان شورزی هستند که در گذشته مصارف خوراکی داشته و یا هنوز هم در سبد غذایی برخی از جوامع وجود دارند. در جدول ۳-۹ اسامی برخی از آنها که در گذشته و یا زمان حال مصارف غله، دانه روغنی، سبزی خوراکی، خشکبار و میوه دارند، ارائه شده است.

جدول ۳-۹- برخی از گیاهان شورزی با کاربرد خوراکی (اقتباس از ۴۱)

نام علمی	موارد مصرف خوراکی	توضیحات
Zostera marina	غله	کاملاً به صورت غرقاب در آب دریا رشد می‌کند. از غذاهای اصلی سرخپوستان بومی آمریکا بوده است.
Distichlis palmeri	غله	رقم اصلاح شده آن ثبت شده و کاربرد غله‌ای دارد. از غذاهای اصلی سرخپوستان بومی‌آمریکا بوده است. کاربرد علوفه‌ای نیز دارد.
Chenopodium quinoa	غله	از غذاهای اصلی بومیان کوهستان‌های آند در آمریکای مرکزی. در دشت‌های شور بولیوی و شمال شیلی (۲۳۰ میلی‌متر در سال بارندگی) از معدود محصولاتی است که کشت می‌شود. گیاهی یکساله با دوره رشد ٦-۵ ماه است.
Kosteletzkya virginica	دانه روغنی	بذر باید در شوری پایین جوانه بزند، ولیکن، در طول دوره رشد شوری ۲/۵-۲ درصد را تحمل می‌کند (٤۳-۳۳ دسی‌زیمنس بر متر)
انواع گونه‌های آکاسیا (Acacia)	غله، دانه روغنی	۵۰ گونه از ۸۰۰ گونه آکاسیا جزو غذاهای سیاه پوستان بومی‌استرالیا بوده، که ۲۰ گونه آن جزو غذاهای اصلی است.
گونه‌های Tecticornia	غله	از غذاهای بومیان سیاه پوست استرالیا است.
Terminalia Catappa	خشکبار هسته‌ای (جایگزین بادام معمولی)	در هند، شرق و غرب افریقا، جزایر پاسیفیک و سواحل استوایی آمریکا کشت می‌شود. چوب نجاری بسیار خوبی نیز تولید می‌کند.
Argania spinosa	دانه روغنی	در ٦۰۰ هزار هکتار از اراضی مرتعی جنوب غربی مراکش موجود است.
گونه‌های سالیکورنیا (Salicornia)	دانه روغنی، سبزی، پروتئین برگی	کاربرد علوفه‌ای نیز دارد.
Eleocharis dulcis	محصول غده‌ای خوراکی	در باتلاقهای شور ساحلی جنوب شرقی آسیا و اقیانوسیه رشد می‌کند.
Batis maritima	سبزی، پروتئین برگی	از غذاهای سرخپوستان بومی‌آمریکا بوده است.

ادامه جدول ۳-۹-

نام علمی	موارد مصرف خوراکی	توضیحات
Sesuvium portulacastrum	سبزی	از غذاهای نواحی استوایی آمریکا و جزایر کارائیب است. در هند، اندونزی و جنوب چین کشت شده و بازار دارد.
Portulaca oleracea	سبزی سالاد و سوپ	در جزایر کارائیب، هند، اندونزی وجنوب چین کشت شده و بازار دارد.
Crithmum maritimum	ادویه، سبزی سالاد	حاوی مقادیر قابل توجه ویتامین ث است.
Atriplex triangularis	سبزی خوراکی	مشابه اسفناج در ظاهر و ترکیبات غذایی، سبزی یکساله
Atriplex hortensis	سبزی خوراکی	در هند کشت می‌شود. برگ‌های آن مشابه اسفناج است.
Mesembryanthrum crystallinum	سبزی، پروتئین برگی	گیاه ادویه‌ای آبدار و یکساله که بومی‌افریقای جنوبی است. توانایی رشد در نواحی شور ساحلی و بیابانی را به خوبی دارد.
Salvadora persica	میوه، دانه روغنی	روغن آن مصرف صنعتی دارد. کاربرد چوب و علوفه نیز دارد.
Salvadorna oleodes	میوه، دانه روغنی	روغن آن مصرف صنعتی دارد. کاربرد چوب وعلوفه نیز دارد.
کنار *Ziziphus spina-christi*	میوه	کاربرد دارویی و علوفه نیز دارد.
Avicennia germinans	میوه	کاربرد علوفه نیز دارد.
Santalum acuminatum	میوه، دانه روغنی	از میوه‌های بومیان سیاه پوست استرالیا بوده، و در حال حاضر مصرف تازه خوری و کاربرد در شیرینی‌پزی و مرباسازی دارد.
Cocoloba uvifera	میوه	به راحتی در سواحل شنی مستقر شده و به انگور دریایی معروف است. میوه آن در بازارهای جزایر کارائیب به فروش می‌رسد. کاربرد چوب نیز دارد.

۳-۱-۲-۱- پروتئین برگی

تولید پروتئین ارزان قیمت از برگهای برخی از گیاهان شورزی برای غنی‌سازی مواد غذایی رایج و استفاده در کارخانجات فرآوری مواد خوراکی، از جمله فواید شورورزی است. از برگ و ساقه برخی از گیاهان شورزی می‌توان به عنوان سبزی خوراکی و یا سالادی استفاده کرد (جدول ۳-۹). برگ بسیاری از گونه‌های گیاهان شورزی، به علت تجمع مقادیر زیاد نمک در آنها، مصرف مستقیم خوراکی ندارند، ولیکن، حاوی مقادیر زیادی از پروتئین قابل استحصال می‌باشند. برای تهیه پروتئین برگی، در ابتدا با دستگاه‌های رایج پرس، عصاره برگ استخراج شده، و پس از حرارت دهی، با آب مخلوط و سپس صاف می‌گردد تا نمک‌های آن جدا شود. موادی که پس از صاف کردن باقی می‌ماند، پروتئین برگی است. پروژه‌های تولید پروتئین برگی در مناطق روستایی برخی از کشورهای کمتر توسعه یافته (مانند کشورهای سریلانکا، غنا، بولیوی و پاکستان) به اجرا گذاشته شده است. در این فرآیند، مواد فیبری باقیمانده از استحصال، برای سیلوی خوراک دام، و پسابها برای تولید الکل کاربرد دارند. گونه‌های شورزی *Kochia scoparia*، *Salsola kali*، *Beta maritima*، *Salicornia*، *Mesembryanthemum* و آتریپلکس برای تولید پروتئین برگی به کار برده شده‌اند (۴۱). ترکیبات شیمیایی پروتئین برگی حاصل از این گیاهان در جدول ۳-۱۰ ارائه شده است. در کشور چین، از گیاه شورزی *Spartina alterniflora* که در سطح وسیعی از اراضی ساحلی این کشور کشت شده است، در تعلیف دام، تولید بستر کشت قارچ و تولید پروتئین برگی برای غنی‌سازی فرآورده‌های غذایی استفاده می‌شود (۹۱ و ۹۲).

۳-۱-۲-۲- زنبورداری و تولید عسل

برخی از گونه‌های شورزی برای تولید عسل و زنبورداری مناسب می‌باشند. زنبورداری به عنوان فعالیت جانبی در شورورزی می‌تواند مورد توجه باشد، لیکن، امکان‌سنجی اقتصادی ایجاد مزارع شورزی تنها به منظور زنبورداری و تولید عسل مورد مطالعه قرار نگرفته است. درخت مانگرو یا حرا (*Avicennia germinans*)، که در سواحل جنوبی کشور به فراوانی رشد می‌کنند، در تابستان گل‌های زیادی تولید می‌کند که شهد آن توسط زنبور به مصرف تولید عسل می‌رسد. چهارده گونه گیاه متحمل به شوری مناسب برای تولید عسل در جدول ۳-۱۱ معرفی شده است.

جدول ۳-۱۰- ترکیبات پروتئین برگی حاصل از چند گونه گیاه شورزی (۴۱)

نوع ترکیبات	مقدار در ۱۰۰ گرم ماده خشک	
پروتئین	۶۰-۵۰	گرم
لیپیدها	۲۵-۱۰	گرم
بتاکاروتین	۱۵۰-۴۵	میلی‌گرم
نشاسته	۵-۲	گرم
منوساکاریدها	۲-۱	گرم
ویتامین B	۲۲-۱۶	میلی‌گرم
ویتامین E	۱۵	میلی‌گرم
کولین (Choline)	۲۶۰-۲۲۰	میلی‌گرم
آهن	۷۰-۴۰	میلی‌گرم
کلسیم	۸۰۰-۴۰۰	میلی‌گرم
فسفر	۵۷۰-۲۴۰	میلی‌گرم
خاکستر (نمک)	۱۰-۵	گرم

جدول ۳-۱۱- برخی از گیاهان متحمل به شوری مناسب برای تولید عسل (۴۱)

نام گونه	تولید عسل (کیلوگرم از هر کلنی در سال)
Agave americana	۴۱ (مکزیک)
Cajanus cajan	-
Dalbergia sissoo	۹-۴ (هند)
Eucalyptus camaldulensis	۶۰-۵۵ (استرالیا)
Eucalyptus gomophocephala	-
Eucalyptus paniculata	۱۰۰ (استرالیا)
Gleditsia triacanthos	۲۵۰ (رومانی)
Lotus corniculatus	-
Parkinsonia aculeata	-
Pithecellobium dulce	-
Pongamia pinnata	-
Prosopis cineraria	-
Prosopis pallida	۳۶۳-۱۲۰ (هاوایی)
Trifolium alexandrinum	۱۶۵(بلغارستان)

۳-۱-۳- دانه‌های روغنی

روغن از عمده‌ترین اقلام خوراکی مورد نیاز کشور محسوب می‌شود. از سال ۱۳۵۵ تاکنون، نقش تولید داخلی در رفع نیازهای روغن خوراکی کشور کمتر از ۱۰ درصد بوده و کمبود آن از طریق واردات روغن تامین شده است (۲۰). مصرف کل روغن کشور ۱۰۷۲ هزار تن در سال ۱۳۸۱ بود، که تنها ۸/۸ درصد آن از منابع روغن داخلی تامین گردید (۲۶). حجم روغن وارداتی کشور بیش از ۱ میلیون تن در سال می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۱۴۰۰، جمعیت کشور به مرز ۱۰۰ میلیون نفر رسیده و ۱۱۷۰ هزار تن روغن گیاهی مورد نیاز باشد (۲۳). کاهش واردات و افزایش تولید روغن خوراکی از اولویتهای وزارت جهاد کشاورزی در چند سال اخیر بوده است. در این راستا، طرح افزایش تولید دانه‌های روغنی به منظور نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی و ارتقا امنیت غذایی کشور تهیه و به مرحله اجرا گذارده شده است. با توجه به غنای ژنتیکی جامعه گیاهی ایران، بهره‌برداری اقتصادی از منابع آب و خاک شور برای تولید گیاهان روغنی امکان‌پذیر می‌باشد.

بذر و دانه بسیاری از شورزی‌هایی که دانه روغنی تولید می‌کنند، به طور نسبی عاری از نمک بوده و قابل رقابت با بذور روغنی گیاهان زراعی رایج می‌باشد (جدول ۳-۱۲)، هرچند که ممکن است مقادیر زیادتری از نمک را در برگها، شاخه‌ها و ساقه‌های خود داشته باشند. از این رو، مصرف مستقیم دانه بسیاری از گیاهان شورزی توسط انسان یا حیوانات از نظر میزان نمک محدودیتی ندارد. لیکن، برخی از مطالعات نشان داده است که میزان خاکستر در برخی از آنها می‌تواند زیاد باشد. در مطالعه‌ای که بر روی خواص شیمیایی روغن شش گونه گیاه شورزی انجام شد، دو گونه حاوی ۲۰ و ۳۹ درصد خاکستر بودند، لیکن، خاکستر بقیه آنها در حد طبیعی بود (۱۱۱).

گیاه شورزی سالیکورنیا (Salicornia) از معروفترین گونه‌های شورزی برای تولید روغن خوراکی و علوفه دام می‌باشد. مقادیر پروتئین، روغن و خاکستر آن در جدول ۳-۱۲ ارائه شده است. گونه‌های مختلفی از این گیاه در سواحل جنوبی و شمالی کشور و نواحی اطراف دریاچه ارومیه رویش دارند. به علت تغییرات زیاد در شوری آب و خاک و عدم تولید تجاری گیاهان شورزی به عنوان دانه‌های روغنی، عملکرد واقعی آنها

و تحت شرایط تجاری نامشخص است. در مطالعات محدود مزرعه‌ای بر روی سالیکورنیا (*S. europaea* و *S. bigelovii*) عملکرد ماده آلی در حدود ۲۰ تن بر هکتار و عملکرد دانه آن ۲ تن بر هکتار گزارش شده است (۴۱ و ۵۹). نظر متخصصین بر این است که عملکرد در مزارع تجاری احتمالاً پایین‌تر و نیازمند نهاده انرژی بالاتری خواهد بود. مزارع سالیکورنیا تا مساحت ۲۵۰ هکتار در کشورهای مکزیک، امارات و عربستان ایجاد شده است، که در طی ۶ سال، عملکرد گیاه در این مزارع ۱۷ تن بر هکتار کل ماده آلی و ۲ تن بر هکتار دانه روغنی بود (۵۸).

از فرآورده‌های جانبی روغن‌کشی از دانه‌های روغنی شورزی کنجاله است، که از نظر کیفیت و قابلیت هضم برای دامپروری کاربرد مناسبی دارد. دانه سالیکورنیا دارای مقداری ساپونین است، که ترکیباتی تلخ مزه می‌باشد. ساپونین روغن استخراجی را آلوده نمی‌سازد، ولیکن بر کیفیت کنجاله دانه اثرگذار است. از این رو، ساپونین میزان مصرف کنجاله سالیکورنیا در خوراک طیور را ممکن است محدود سازد، لیکن در مطالعات تغذیه دام، مشکلی از نظر جایگزینی آن با کنجاله دانه‌های روغنی رایج مشاهده نشده است (۵۸).

Kosteletzkya virginica از جمله گیاهان شورزی با توانمندی بالا در تولید روغن خوراکی می‌باشد. این گیاه چند ساله است و در شرایط کشت مزرعه‌ای ۵ سال دوام دارد و می‌تواند مقادیر شوری ۲/۵-۲ درصد (۳۲-۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) را در طول دوره رشد تحمل کند (۴۱). این گیاه از سال ۱۹۹۳ به طور گسترده‌ای در کشور چین به منظور کاربردهای بهبود وضعیت زیست محیطی، تولید گل و روغن خوراکی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج تحقیقات در کشورهای چین و آمریکا نشان از سازگاری بسیار مطلوب این گیاه با زمینهای بسیار شور بوده است. متوسط عملکرد آن از ۶۴۰ تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، با میانگین مقدار روغن ۲۲-۱۱ درصد گزارش شده است (۴۱ و ۶۲). از صفات بسیار مطلوب این گیاه غیرمهاجم بودن آن به دلیل نداشتن ریزوم، و قابلیت اصلاح ژنتیکی آن است. این گیاه شورزی به عنوان یک گیاه غله‌ای در *کشاورزی آب دریا* نیز پیشنهاد شده است (۵۵). همچنین، این گیاه شورزی دارای گل‌های بسیار زیبایی بوده که آن را برای زیباسازی محوطه، ایجاد فضای سبز و تولید گل شاخه‌ای مناسب می‌نماید. مطالعات متعددی از سال ۱۹۹۳ در چین بر روی این گیاه انجام شده،

که نتایج آنها، این گیاه را به عنوان یک گونه ارزشمند شورزی با توانمندی‌های اقتصادی و زیست محیطی بسیار بالا برای احیا و بهره‌برداری‌های زراعی از اراضی شوره‌زار ساحلی چین توصیه کرده است (۶۲). همچنین، سلکسیون (انتخاب) و اصلاح آن برای افزایش عملکرد از سال ۲۰۰۳ در چین شروع شده که نتایج اولیه آن موفقیت‌آمیز گزارش شده است (۶۲).

جدول ۳-۱۲- مقایسه مقادیر پروتئین، روغن و خاکستر دانه برخی از گیاهان زراعی و گیاهان شورزی (درصد وزن خشک)

نام گونه گیاهی	پروتئین	روغن	خاکستر
دانه‌های روغنی مرسوم (۱۱۲)			
سویا	٤٠/٠	١٨/٨	٤/٨
گلرنگ	١٤/٣	٣٠/٤	٢/٥
کنجد	١٨/٦	٤٩/١	٥/٣
آفتابگردان	١٧/٥	٣٦/٠	٣/٦
گیاهان شورزی (۸۵)			
Atriplex triangularis	١٦/٤	٩/٤	٣/٥
Cakile edentula	٢٨/٦	٥١/٢	٥/٢
Cakile maritima	٢١/٥	٤٧/١	٥/٠
Crithmum maritimum	٢١/٥	٤١/٤	٨/٠
Kosteletzkya virginica	٢٣/٨	١٨/١	٥/٠
Salicornia europaea	٣٠/٢	٢٨/٠	٧/٥

بذور بسیاری از گونه‌های آکاسیا مغذی بوده، و قابلیت نانوایی و دانه روغنی را دارند. برای مثال میزان پروتئین و روغن گونه *A. aneura* به ترتیب ۲۳/۳ و ۳۷/۰ درصد، و گونه *A. cowleana* به ترتیب ۲۲/۲ و ۱۰/۱ درصد می‌باشد، در حالی که میزان خاکستر آنها پایین و به ترتیب ۹/۷ و ۷/۲ درصد است (۴۱). آرگان (*Argania spinosa*) از دیگر

گیاهان شورزی با توانایی بسیار خوب تولید روغن خوراکی است. این گیاه به صورت بوته‌ای و درختی بوده، و از گیاهان مهم علوفه‌ای در بیش از ۶۰۰ هزار هکتار از اراضی مرتعی جنوب غربی کشور مراکش است (۴۱ و ۴۵). این گیاه به طور کامل با اقلیم‌های گرم و خشک، خاک‌های آهکی و شرایط نیمه بیابانی سازگاری دارد. دانه این درخت حاوی ۵۵-۳۰ درصد روغن خوراکی بوده، و کنجاله آن بیش از ۳۳ درصد پروتئین دارد که از باکیفیت‌ترین خوراک‌های دام محسوب می‌شود و میزان خاکستر بذر آن تنها ۲/۱ درصد می‌باشد (۵۲).

کیفیت روغن وابسته به ترکیبات اسیدهای چرب است، که به طور عمده درصد اسیدهای اولئیک، لینولئیک و لینولنیک می‌باشد. به طور کلی، روغن‌های اشباع نسبت به اسیدهای چرب غیراشباع خطرات بیشتری برای قلب و سلامتی انسان دارند. روغن نخل ۵۲ درصد اشباع است، در حالی که روغن حیوانی و روغن کانولا (کلزا)، به ترتیب، ۴۰ و ۸ درصد اشباع هستند (۴۹ و ۱۱۰). از این رو، به نظر می‌آید که روغن حیوانی از روغن نخل، که مقادیر زیادی از آن همه ساله وارد کشور می‌شود، سالم‌تر است. دانه کلزا حاوی ۴۰ درصد روغن بوده که بیش از ۹۰ درصد آن غیراشباع است. برخی از گیاهان شورزی مانند *Cakile edentula* و *Crambe abysinnica*، ۶۰-۵۰ درصد روغن دارند (۱۱۱). گیاه شورزی *Cakile maritima* در کشور تونس نیز حاوی ۳۸/۸-۲۵/۴ درصد روغن است (۵۶). لیکن، به دلیل دارا بودن ۳۵-۲۵ درصد اسید اروسیک[1] ($C_{22:1}$) کاربرد خوراکی ندارد، ولی برای مصارف صنعتی مناسب است. مقادیر بیش از ۲۵ درصد اسید اروسیک در روغن آن را برای مصارف خانگی نامطلوب می‌سازد (۴۶).

مقادیر روغن‌های غیراشباع پنج گونه شورزی بین ۹۰-۸۵ درصد گزارش شده است، که بهترین آنها متعلق به *Suaeda moquinii* بود (۳۸). تحقیقات بر روی گونه‌های دیگر شورزی، اثبات می‌نماید که روغن حاصل از دانه‌های گیاهان شورزی قابل رقابت با بهترین روغن‌های خوراکی رایج می‌باشد. این مطالعات، که بیشتر در کشور چین انجام شده، بر روی گونه‌های *Crithmum maritimum*، *Zygophyllum album*، *K. virginica*، *Nitraria sibiria*، *Suaeda salsa*، *Chenopodium glaucum* و *Descurainaia*

1- Erucic acid

sophia انجام یافته است (۶۲، ۱۱۴ و ۱۱۷). قابل ذکر است که کشور چین در طی بیست سال گذشته بر روی تحقیقات پایه‌ای و کاربردی گیاهان شورزی سرمایه‌گذاری مناسبی نموده است.

کیفیت روغن ۶ گونه شورزی موجود در اطراف شهر کراچی (کشور پاکستان) بررسی شده است (۱۱۱). میزان چربی‌های اشباع و غیراشباع و یون‌های موجود در روغن‌های استحصال شده از این گیاهان شورزی در پیوست ۴ نشان داده شده است. دانه این شورزی‌ها حاوی ۲۵-۲۲ درصد روغن بود، که از کل میزان چربی روغن‌ها، بین ۷۴-۶۵ درصد غیراشباع بوده است. همچنین، روغن قابل استحصال از دانه‌های گیاهان شورزی مورد مطالعه ۳۵-۹ درصد بود. درصد اسیدهای غیراشباع، در این مطالعه حداقل ۷۰ درصد گزارش گردید. به غیر از گونه *A. maurrorum*، که ۴۵ درصد اسیدهای غیراشباع در روغن این گیاه قابل مقایسه با ۵۲ درصد اسیدهای اشباع در روغن نخل است (۱۱۱). در این مطالعه، مقادیر اسید اروسیک در روغن‌های گیاهان شورزی مورد بررسی بسیار پایین بود و در نتیجه، برای مصارف خوراکی توسط انسان توصیه می‌گردد. از نظر کیفیت، روغن‌های این گیاهان شورزی قابل مقایسه با کیفیت روغن‌های آفتابگردان یا پنبه دانه بودند (۱۱۱).

دانه و بذر بسیاری از گونه‌هایی که در مراتع و جنگل‌های کشور رویش می‌نمایند، حاوی مقادیر قابل توجهی از روغن می‌باشد. بررسی درختان مادری بنه (*Pistacia atlantica*) در عرصه‌های طبیعی استان‌های فارس، ایلام، سیستان و بلوچستان، آذربایجان شرقی و خراسان نشان داد که بنه یا پسته وحشی توان بالقوه و بالفعل مناسبی از نظر تولید روغن دارد. میزان روغن آن از ۲۰ تا ۳۹ درصد نوسان دارد (۲۰). با توجه به سطح وسیع بنه‌زارهای کشور، تولید مقادیر معتنابهی از روغن خوراکی امکان‌پذیر است. روغن استخراجی از بنه در کشور سوریه هفت دلار به ازای هر کیلوگرم داد و ستد می‌شود که در مقابل خرید و فروش روغن زیتون (۲/۵ دلار برای هر کیلوگرم) سه برابر ارزش دارد (۲۰). همچنین، پسته که از درختان متحمل به شوری محسوب می‌شود، حاوی ۶۵-۶۳ درصد روغن می‌باشد (۲۰).

گونه بسیار متحمل به شوری گلرنگ وحشی یا خار زرد (*Carthamus oxyacantha*) از

علف‌های هرز استان فارس محسوب می‌شود. نتایج مطالعات نشان داده است که ارقام گلرنگ معمولی (*C. tinctorius*) و گلرنگ وحشی ارتباط ژنتیکی نزدیکی با یکدیگر دارند (۳۹). این گیاه ممکن است توانایی تولید اقتصادی روغن خوراکی را در زمین‌های بسیار شوری که گلرنگ زراعی امکان رشد در آن ندارد، دارا باشد که نیازمند بررسی است. مطالعات انجام شده بر روی فرآورده‌های مرتعی استان یزد، منجر به شناسایی ۵۰ گونه گیاه مرتعی به عنوان فرآورده‌های فرعی استان گردید (۱۰). از میان آنها، ۲۵ گونه در اراضی شور و یا بسیار شور گسترش داشتند. بنه، بادام کوهی (*Amygdalus* spp.) و خارزن بابا (*Onopordon caramanicum*) را برای تولید روغن خوراکی می‌توان مورد مطالعه و بررسی بیشتری قرار داد.

مسواک (*Salvadora persica*) که از گیاهان دارویی بومی استان سیستان و بلوچستان است، از جمله گیاهان شورزی اختیاری است. نتیجه تحقیقی در کشور هند نشان داده است که این درختچه در مقادیر زیاد شوری (۳۵-۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) عملکرد (دانه روغنی) مطلوبی داشته، و مناسب تولید تجاری در زمینهای بسیار شور می‌باشد (۹۴). نظر به اهمیت این گونه و کاربردهای متنوع آن، در پیوست ۵ به تفصیل در مورد گیاه مسواک بحث شده است.

حداقل ۱۳ نوع استفاده مفید و کاربردهای مختلف برای گز روغنی از جمله خوراکی، ادویه، تصفیه آب (تمیزکننده آب)، منعقدکننده آب، روغن، تولید عسل، نماتدکش، علوفه، چوب و فضای سبز برشمرده شده است (۶۶). این درخت در ایران نیز رویش دارد، و در صورت حمایت و توسعه کشت تجاری آن، از توانمندی تولید اقتصادی بالایی در مناطق خشک و مبتلا به شوری کشور برخوردار است. عملکرد و کیفیت روغن گز روغنی در مناطق شور و غیرشور کشور پاکستان بررسی شده است (۳۵). میانگین شوری (عصاره اشباع) خاک در مناطق شور و غیرشور در این مطالعه به ترتیب ۱۶/۸ و ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم (SAR) آنها به ترتیب ۸۵/۳ و ۲/۵ (ESP به ترتیب، ۵۵/۲ و ۲/۴ بود) بوده است. نتایج این مطالعه در جدول ۳-۱۳ ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری بین عملکرد روغن در محیط شور و غیرشور مشاهده نشد. همچنین، از نظر میزان فیبر و خاکستر، درصد رطوبت و پروتئین نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳-۱۳). نتایج کامل کیفیت روغن گز روغنی در پیوست ۶ ارائه شده است.

جدول ۳-۱۳- تجزیه بذرهای گز روغنی (*Moringa oleifera*) تولید شده در مناطق شور (۱۹/۵-۱۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و غیرشور (۲/۰-۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر) در کشور پاکستان (۳۵)

ترکیبات (درصد)	منطقه شور	منطقه غیرشور	ANOVA	
			مقدار F	*P*
روغن	۳۳/۵۰ ± ۱/۵۰	۳۲/۷۹ ± ۱/۷۲	٤/۱۸ NS	۰/۰۵۰
الیاف	۷/۵۰ ± ۰/٤۱	۷/۵۱ ± ۰/۳۰	٤/۱٤ NS	۰/۰۵۱
خاکستر	۹/۰۰ ± ۰/۵۰	۸/۹٦ ± ۰/٦٤	۳/۱۸ NS	۰/۰۸۵
رطوبت	۷/۳۰ ± ۰/۵۱	۷/۳۱ ± ۰/۳۷	۳/٦۰ NS	۰/۰٦۸
پروتئین	۳۷/۹۵ ± ۱/۷۱	۳۸/۵۰ ± ۲/۱۲	٤/۰۷ NS	۰/۰۵۳

۳-۱-۴- جنگل‌زراعی

بیش از یک میلیارد نفر از جمعیت کشورهای در حال توسعه برای تأمین سوخت مورد نیاز خود وابسته به چوب هستند (۴۱). در مطالعات امکان‌سنجی شورورزی که در سطح ۹۰۰۰ هکتار و در سه استان گلستان، یزد و خوزستان انجام گرفت (۱۱، ۱۲ و ۱۳)، از جمله علل مهم تخریب عرصه‌های طبیعی توسط ساکنین محلی، تأمین سوخت مورد نیاز بود. به همین علت در اکثر کشورهای در حال توسعه، سرعت تخریب عرصه‌های طبیعی و جنگل‌تراشی بسیار بیشتر از احیای مراتع، جنگل‌ها و عرصه‌های تخریب شده طبیعی است. با توجه به اولویت تأمین غذا برای جمعیت رو به رشد این کشورها و در نتیجه کشاورزی، به نظر نمی‌رسد که از زمینهای زراعی مناسب برای احداث جنگل به منظور تأمین چوب و سوخت بهره‌برداری گردد. از این رو، برای کاهش روند تخریب عرصه‌های طبیعی می‌توان از راهکارهای بهبود مدیریت جنگل‌ها و مراتع موجود، جنگل‌زراعی و بهره‌برداری از اراضی حاشیه‌ای استفاده کرد. در مناطق مبتلا به شوری، گیاهان خشبی و درختان شورزی فرصت بهره‌برداری اقتصادی را در قالب برنامه‌های جنگل‌زراعی و احیای عرصه‌های طبیعی مخروبه، می‌توانند فراهم سازند.

جنگل‌زراعی[1] از جمله نظامهای بهره‌برداری از زمین است، که در آنها درختان در جوار

1- Agroforestry

گیاهان زراعی و یا مرتعی و دامداری کشت شده، و یک تعامل اقتصادی و اکولوژیکی بین بخشهای درختی و غیردرختی این نظام وجود دارد (۱۱۵). سرعت رشد، سهولت در استقرار و کشت، میزان سازگاری با شرایط مورد نظر و تنوع کاربری معیارهای انتخاب گونه‌ها و درختان شورزی مناسب برای امور جنگل‌زراعی و احیای عرصه‌های طبیعی می‌باشند (۴۱). البته، هر گونه‌ای تمامی معیارهای گفته شده را ممکن است دارا نباشد. از این رو، با توجه به اولویت‌های منطقه‌ای می‌توان معیارهای فوق را نیز درجه‌بندی و براساس آن گونه‌های مناسب را انتخاب کرد. بسته به نوع کالای مورد نظر، برنامه جنگل‌زراعی به صورت میان مدت و دراز مدت قابل اجرا است. در پروژه‌های کوتاه مدت، جنگل برای تولید خمیر و کاغذ و در پروژه‌های بلند مدت، برای تولید چوب و الوار برداشت می‌شود. هدف اصلی از احداث پروژه‌های جنگل‌زراعی ایجاد درخت به منظور تولید انواع فرآورده‌های چوبی (الوار، نئوپان، تیر، انواع تخته)، خمیر کاغذ و هیزم است. فرآورده‌های جانبی آن تولید اسانس‌ها و عصاره‌های دارویی، بهداشتی و صنعتی، ذغال و کربن فعال، و علوفه می‌باشد. از ضایعات آن نیز می‌توان در تولید انرژی (بیوگاز)[1] بهره‌برداری کرد.

پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷ میلادی، بسیاری از کشورهای صنعتی جهان را ملزم به کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای کرده است. این پروتکل به کشورهای صنعتی اجازه می‌دهد تا با اجرای پروژه‌ها و برنامه‌های کاهش گازهای گلخانه‌ای در کشورهای دیگر (مانند جنگل‌کاری)، بخشی از تعهدات خود را در قبال این تعهدنامه انجام دهند. از این رو، تجارت کربن در دهه اخیر ایجاد و رونق گرفته است. کشورهای صنعتی تحت عنوان پروژه‌های مکانیسم توسعه پاک (CDM)[2] در طرح‌های انرژی و جنگل‌کاری، به ویژه در کشورهای در حال توسعه (مانند هند، برزیل، چین، کره، اندونزی، کشورهای آمریکای جنوبی و مرکزی) سرمایه‌گذاری کرده، و اعتبارات کربن حاصل از این پروژه‌ها را دریافت می‌نمایند. این پروژه‌ها، در صورتی که سرمایه‌گذاری‌ها و وجوه دریافتی توسط کشورهای در حال توسعه، صرف تقویت زیرساخت‌ها و اشتغال‌زایی گردد، می‌تواند برای کشورهای در حال توسعه مفید باشد. تاکنون کلیه سرمایه‌گذاری‌ها در پروژه‌های جنگل‌کاری، در

1- Biogas
2- Clean Development Mechanism

مناطق جنگلی استوایی بوده است. لیکن، درختان متحمل به شوری و شورزی نیز به همان اندازه می‌توانند جذب کربن (یا ترسیب کربن)[1] داشته باشند. در مناطق استوایی، به دلیل وجود مواد آلی زیاد در خاک جنگل‌های تخریب شده یا برداشت شده، هرگونه عملیات زراعی در آنها، تا مدتی آن مناطق را تبدیل به منابع انتشار کربن خواهد کرد. دلیل این امر، افزایش سرعت تجزیه مواد آلی خاک است که به طور عمده کربن می‌باشد. خاک‌های مناطق خشک حاوی مقادیر بسیار کمی‌از مواد آلی هستند. بنابراین، ایجاد جنگل‌ها در این مناطق تحت عنوان پروژه‌های CDM، احیای محیط زیست و یا بهره‌برداری اقتصادی، خطری از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای نداشته، بلکه پس از استقرار خود به عنوان چاهک کربن[2] عمل خواهد کرد. از این رو، یکی از راهکارهای توسعه جنگل در مناطق خشک کشور، از طریق تجارت کربن می‌باشد. قیمت‌های اعتبارات کربن[3] در طول دهه گذشته بین ۲ الی ۶۰ دلار برای هر تن متفاوت بوده است، لیکن، در حال حاضر بین ۱۰-۷ دلار معامله می‌شود. در مورد جنگل‌کاری و برداشت آن، امکان ادامه پروژه CDM از طریق کشت مجدد آن مجاز می‌باشد.

۳-۱-۴-۱- تولید چوب

گونه‌های شورزی و درختی متعددی برای احداث جنگل‌های شور وجود دارند. گونه‌های گیاه کهور (Prosopis) از گونه‌های مناسب شورزی برای برنامه‌های جنگل‌زراعی است. این گیاه در هر دو شرایط خشکی و ماندابی توانایی رشد داشته و تثبیت کننده نیتروژن نیز می‌باشد. سه گونه *P. articulata*، *P. tamarugo* و *P. pallida* در شرایط آبیاری با آب دارای شوری ۳/۶ درصد (۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) رشد کرده و تثبیت نیتروژن نیز داشتند (۴۱). در کشور هند از گونه *P. juliflora* برای برنامه‌های جنگل‌زراعی در خاک‌های شور استفاده می‌گردد. همچنین، در حدود ۹۰۰۰ هکتار جنگل درخت کهور در منطقه باوانگار کشور هند توسط دولت احداث شده، که نصف آن متعلق به سازمان جنگلداری و نصف دیگر توسط ساکنین محلی به مصرف سوخت می‌رسد (۴۱). از شاخ

1- Carbon sequestration
2- Carbon sink
3- Carbon credits

و برگ درخت کهور برای تعلیف دام (شتر، گوسفند، بز و گاو) نیز استفاده می‌شود. جنگل‌های کهور معمولی (*P. cineraria*) از اهمیت خاصی در حاشیه خلیج فارس و دریای عمان برخوردار می‌باشند. این جنگل‌ها از منابع مهم تأمین علوفه دام، و در نتیجه، توسعه و رونق دامپروری در منطقه است. در این مناطق برگ‌ها و میوه‌های مغذی آن به طور گسترده‌ای کاربرد علوفه‌ای دارند (۷). ارتفاع آن تا ۲۰ متر، قطر برابر سینه تا ۱۰۰ سانتی‌متر و قطر تاج پوشش آن تا ۱۸ متر می‌رسد (۷). این ویژگی‌ها، کهور معمولی را برای مصارف چوبی (الوار و سوخت) نیز مناسب می‌نماید، از این رو، جنگل‌زراعی این گونه در این مناطق به عنوان تهیه چوب و علوفه، می‌تواند کمکی برای ثبات زیست محیطی منطقه و ایجاد اشتغال و درآمدزایی باشد.

برخی از گونه‌های درختی، پس ازقطع شدن، مجدداً پاجوش زده و رشد می‌کنند. در آزمایش آژانس بین‌المللی انرژی اتمی‌در ایستگاه چاه افضل یزد، استقرار و بقای گونه درختی آکاسیا بررسی گردید. نهال‌های این درخت در زمینی با شوری بیش از ۱۵۰ دسی‌زیمنس بر متر و آب آبیاری با شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر کاشته شد. به طورکلی، نهال‌ها رشد خوبی از خود نشان دادند، و به ارتفاع ۱/۵-۱ متری نیز رسیدند، لیکن، در اثر سرمای شدید کویری در زمستان، درختان خشک شدند. جالب توجه است که این درختان، در بهار دوباره رشد کرده و شاخ و برگ سبز و نرم فراوانی را تولید کردند. به نظر می‌آید که این درخت برای اهداف جنگل‌زراعی در مناطقی مانند یزد، گونه مناسبی نباشند، ولیکن، علوفه بسیار خوش‌خوراکی را تولید می‌نمایند، که کاربرد خوبی در بین دامداران منطقه خواهد داشت. پیشنهاد می‌شود که این درخت در مناطقی مانند یزد، با فواصل نزدیک به هم در ردیف‌هایی به فاصله ۲-۱ متر کشت شده و به عنوان علوفه مصرف گردد.

گونه‌های گیاهان اکالیپتوس و Casuarina نیز برای جنگل‌زراعی بسیار مناسب هستند. قابل ذکر است که کلیه گونه‌های آنها شورزی نیستند. برای مثال، از ۵۰۰ گونه اکالیپتوس تنها در حدود ۲۰ گونه متحمل به شوری می‌باشند (۴۱). گونه‌های Casuarina به طور معمول تثبیت کننده نیتروژن می‌باشند، که از میان آنها گونه *C. eqisetifolia* با داشتن ویژگی‌هایی مانند سرعت رشد بالا، همیشه سبز بودن، ۳۰-۱۵ متر ارتفاع، تنه سیلندری با قطر ۱۲۰-۶۰ سانتی‌متر و سازگاری بالا با شرایط

شوری، برای برنامه‌های جنگل‌زراعی در مناطق شور بسیار مناسب است.

درختان گز (بیش از ۵۰ گونه) و آکاسیا (بیش از ۸۰۰ گونه) نیز برای کاربرد در برنامه‌های جنگل‌زراعی در مناطق شور مناسب می‌باشند. البته گونه‌های گز نسبت به خشکی و شوری زیاد، متحمل‌تر از گونه‌های آکاسیا هستند. در جدول ۳-۱۴ مقادیر میانگین مقاومت‌های اندازه‌گیری شده از گونه‌های مختلف شورزی و غیرشورزی ارائه گردیده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که به طور کلی، گونه‌های گرمسیری و شورزی، مانند تاغ و گز، به دلیل دارا بودن جرم ویژه بالا، داشتن مواد استخراجی و سیلندری نبودن تنه، در تولید روکش، چهارتراش و دیگر فرآورده‌های چوبی به تنهایی مصرف چندانی ندارند، لیکن، برای ساخت تخته خرده چوب (نئوپان) کاربرد مناسبی دارند[1].

جدول ۳-۱۴- میانگین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده از مواد مختلف (۱۶)

گونه گیاه	مقاومت خمشی	مدول الاستسیته	چسبندگی داخلی	واکشیدگی ضخامتی	
	مگا پاسکال		(درصد)	۲ ساعت	۲٤ ساعت
اقاقیا	۱۰/۷۷	۱۹۴۵/۶۳	۰/۳۱۸	۹/۰۳	۱٤/۷۲
کاج	۱۵/۵۴	۲۱۴۵/۷۱	۰/۵۰۳	۱۰/۱٦	۱۲/٦٦
گندم پا بلند	۶/۱	۱۳۱۲/۹	۰/۱۳	۵۵/۱۳	۹٤/۱۳
پوسته بادام زمینی	۹/۹۰	۱۲۶۷/۶۷	۰/۳۱۶	۱۱/٤٦	۱۵/۳٤
صنوبر سه ساله	۱۸/۸۴	۲۱۹۵	۰/۹۶	۲٤/۲۱	۳۱/۵۷
گز	۱۰/۸۳	۱۵۳۳	۰/۳۸	۲۳/۸۷	۳٤/۱۵
اکالیپتوس	۷/۵۷	۹٦۲	۰/۲۷	۲۵/۹۳	۳۵/٦۸
مخلوط اکالیپتوس و باگاس	۱۸/۳	۱۷۳۷/٦۷	۰/۶۸۹	۱٦/۱۱	۲۳/۲٤
نخل	۱۳/۱۴	۱۵۷٤	۰/۳۰۱	۱۱/٦۳	۲۰/٦۸
مخلوط تاغ و کاه گندم	۹/۴۶	۱۳۷۰	۰/۱۳۹	۲۹/۳۲	٤۰/۷٤
تاغ	۹/۸۳	۱۵٤۷	۰/۴۸۶	۲۵/۷٤	۳۵/٤۹

۱- دکتر حبیب‌اله خادمی اسلام، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، تماس شخصی.

مطالعات بلند مدت در طی چند مرحله در کشور پاکستان (منطقه فیصل‌آباد) بر روی انواع گونه‌های درختی به منظور تولید چوب، تحت شرایط خاک شور-سدیمی انجام گرفته است. رشد چند گونه درختی در یک خاک با شوری متوسط و بافت لوم رسی شنی (زهکشی خوب) به مدت ۷/۵ سال بررسی شد (۹۳). عملکرد این گونه‌ها در جدول ۳-۱۵ ارائه گردیده است. با توجه به رشد و عملکرد (جدول ۳-۱۵)، گونه‌های اکالیپتوس، آکاسیا، Albizia و Leucaena، به ویژه دو گونه اول، بهترین گونه‌ها برای تولید چوب معرفی شدند. برآورد اقتصادی براساس قیمت چوب در پاکستان نیز نشان داد که جنگل‌زراعی اکالیپتوس، آکاسیا و Leucaena نسبت به گونه‌های دیگر دارای درآمد خالص بیشتری است. حتی در صورت بقای ۵۰ درصد از درختان نیز، جنگل زراعی تحت شرایط گفته شده غیراقتصادی نمی‌باشد، زیرا درآمد خالص آن هنوز معادل درآمد خالص از یک تناوب زراعی گندم-پنبه در زمینهای غیرشور منطقه است (۹۳).

جدول ۳-۱۵- تولید زیست توده درختان شورزی پس از ۷/۵ سال رشد تحت شرایط شور- سدیمی بودن خاک (۹۳)

نام گونه	وزن تر چوب		طول تنه درخت (متر)	قطر تنه درخت (سانتی‌متر)		
	کیلوگرم از هر درخت			پایه	وسط	انتها
Leucaena leucocephala	۱۵۰	۹۰	۷/۳۲	۱۵	۱۱	۸
Terminalia arjuna	۱٤۰	۳۵	۳/۹٦	۱۵	۱۰	٦
Pongamia pinnata	۱۳۵	۳۸	۳/٦٦	۱۵	۱۰	۷
Parkinsonia aculeata	۱۵۰	۳۸	۲/٤٤	۱٦	۷	٦
Albizzia lebbeck	۲۰۷	۹۹	٦/۱۰	۲٦	۱۳	۷
Acacia nilotica	۲۳۰	۱۵۰	۷/۳۲	۱۷	۱٤	۷
Eucalyptus camaldulensis	٤۰۰	۲۰۳	۷/۹۲	۲۳	۱۹	۱۳
Tamarix aphylla *	۸۵	۳۵	٤/۵۷	۱۷	۱۱	٦
Prosopis cineraria	۱۰۰	۵۲	٤/۲۷	۱۵	۹	٦

* بر اساس ۵/۵ سال دوره رشد

در یک آزمایش دیگر به مدت ۵/۵ سال، ۸ گونه درختی در یک خاک با شوری زیاد و بافت سنگین مورد بررسی قرار گرفت (۹۳). در این آزمایش آبیاری به مدت ۶ ماه انجام شد و پس از آن عملیات آبیاری قطع گردید. در این شرایط، گز شاهی و نیم یا چریش (Neem) بهترین رشد را داشتند. درخت نیم از مهمترین منابع تولید آفت‌کش‌های ارگانیک در جهان است. این درخت در نواحی جنوبی کشور یافت می‌شود، و تولید تجاری آن، در توسعه و بسط کشاورزی ارگانیک در کشور بسیار مؤثر خواهد بود. در یک تحقیق بلند مدت، درختان آکاسیا ۵ سال پس از کاشت از ارتفاع ۱/۵ متری قطع، و به مدت یکسال رشد مجدد آنها بررسی گردید. در طی این مدت تولید علوفه خشک (برگ‌ها و ساقه‌های نازک) بین ۳/۵ الی ۹/۷۵ تن بر هکتار و چوب خشک آن بین ۳/۵ الی ۱۵/۵ تن بر هکتار بود. کمترین مقادیر تولید مربوط به تیمار آبیاری با آب شور (۶ دسی‌زیمنس بر متر) با دور آبیاری کم (۲ نوبت در ماه) و بدون عملیات آبشویی سالیانه بود (۵۰). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که از آبهای شور برای تولید پایدار چوب و علوفه در برنامه‌های جنگل‌زراعی کوتاه مدت می‌توان بهره‌برداری کرد.

جنگل‌زراعی در زمینهای شور مناطق خشک اشتغال‌زا نیزمی‌باشد، و از این رو، اثرات مهم و مثبتی بر معیشت و کیفیت زندگی ساکنین محلی مناطق روستایی خواهد داشت. برآورد شده است که برای احداث جنگل (جنگل‌زراعی) در خاک‌های سدیمی (قلیا) ۲۱۶ نفر روز بر هکتار مورد نیاز است، و مزارع آکاسیا و اکالیپتوس برای یک دوره ۷ ساله، به ترتیب، نیازمند ۱۰۹۲ و ۹۴۰ نفر روز بر هکتار می‌باشند (۲۸).

۳-۱-۴-۲- تولید کاغذ

گیاه متحمل به شوری نی (*Phragmites australis*) از گیاهان مردابی معروف است که از زمان‌های باستان به عنوان مصالح ساختمانی، صنایع دستی و سوخت کاربرد داشته است. در سیستان نی کاربرد علوفه‌ای داشته و از منابع مهم تغذیه دام (به ویژه گاو

سیستانی) و رونق دامداری سنتی در منطقه است. قابل ذکر است که هر نوع دامی علوفه خشبی را نمی‌تواند مصرف کند، لیکن، نژاد گاو گوشتی سیستانی از معدود دام‌هایی است که با ضریب تبدیل بالا می‌تواند از علوفه‌های خشبی، مانند نی، تغذیه کند. نی به صورت زراعی کشت نشده است، لیکن، در شرایط طبیعی مرداب‌ها در حدود ۱۰ تن بر هکتار عملکرد دارد (۴۱). در حال حاضر در اروپا از نی به عنوان ماده اولیه برای تهیه خمیر کاغذ و مواد سلولزی استفاده می‌شود. سالیانه در حدود ۱۲۵۰۰۰ تن نی از دلتای دانوب در رومانی برداشت می‌شود، که تمامی آن در صنایع کاغذسازی مصرف می‌شود (۴۱).

از جمله گیاهان شورزی بسیار مناسب برای تهیه خمیر کاغذ، بوریا (Juncus) می‌باشد. این گیاه حصیری در مناطق گرمسیری و باتلاقی شور رشد مناسبی دارد.

گونه *J. rigidus* در مناطق باتلاقی شور مصر با مجموع نمک‌های محلول ۳/۸-۳/۰ درصد رشد می‌کند (بیشتر از ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر)، لیکن، در مناطق با نمک‌های محلول ۵ درصد نیز رشد و نمو دارد (۱۱۶). گونه *J. acutus* نیز متحمل به شوری است، لیکن، تحمل به شوری آن در حدود نصف *J. rigidus* می‌باشد. ساقه بوریا حاوی مقدار کم خاکستر (۶/۵ درصد)، درصد کم لیگنین (۱۳/۳ درصد)، درصد زیاد سلولز آلفا (۳۹/۸ درصد) و عملکرد بالای خمیر کاغذ سفید نشده (۳۶/۸ درصد) می‌باشد (۱۱۶).

علاوه بر توانایی زیاد در تولید خمیر کاغذ، بوریا کاربردهای اقتصادی دیگری مانند روغن با مصارف مختلف (از بذر بوریا) و ترکیبات شیمیایی، مانند تانن، فلاونوید[1] و گلایکوساید[2] را نیز دارا می‌باشد. لیکن، بهترین کاربرد اقتصادی آن در صنعت کاغذ است. خصوصیات زراعی دو گونه بوریا در کشور مصر بررسی گردیده است (۱۱۶). نتایج مطالعات نشان داده است که هر دو گونه در خاک‌های شور و بایر با سرعت خوبی رشد و

1- Flavenoides
2- Glycosides

نمو می‌کنند. مصرف کود نیتروژن و فسفر در تولید زراعی این گونه‌ها مهم می‌باشد. این کودها علاوه بر افزایش رشد و عملکرد بوریا، خصوصیات کیفی آن را برای تهیه کاغذ نیز بهبود می‌دهند. گونه *J. rigidus* علاوه بر آنکه خصوصیات کیفی بهتری نسبت به *J. acutus* برای تهیه کاغذ دارد، بلکه به آلودگی‌های قارچی نیز مقاومتر است (۱۱۶). ترکیبات شیمیایی بذر گونه *J. rigidus* غنی‌تر از گونه *J. acutus* می‌باشد و از قابلیت جوانه‌زنی قابل توجهی نیز در شرایط شوری برخوردار است. درصد جوانه‌زنی آن در ۲۵ درجه سلسیوس و در شوری‌های ۱۶/۷، ۳۳/۴ و ۵۰/۰ دسی‌زیمنس بر متر، به ترتیب، ۱۰۰، ۹۵ و ۶۳ درصد گزارش شده است (۴۱). درصد جوانه‌زنی *J. acutus* در شوری‌های ۱/۷ و ۱۶/۷ تنها ۱۵ و ۵ درصد بود.

خصوصیات کیفی خمیر کاغذ حاصل از *J. rigidus* در مقایسه با باگاس، شلتوک برنج و خمیر کرافت[1] وارداتی در جدول ۳-۱۶ نشان داده شده است. با توجه به نتایج این جدول، ویژگی‌های کاغذ و خمیر کاغذ این گونه مطلوبتر از باگاس و شالی برنج بوده، و در بسیاری از موارد، منجمله در تولید کاغذهای چاپ و تحریر، روزنامه و کاغذهای مشابه دیگر، به غیر از کاغذهای بسیار محکم بسته‌بندی مانند پاکت‌های سیمان، مناسب است[2]. همچنین، اغلب گونه‌های آکاسیا نیز در سطح آزمایشگاهی و تحقیقاتی مورد بررسی قرارگرفته‌اند و در بیشتر موارد برای کاغذسازی مناسب تشخیص داده شدند. گیاه بوریا در مناطق باتلاقی و شور جنوب استان خوزستان یافت می‌شوند. در این مناطق، خاک‌های شور با سطح ایستابی بالا به طور وسیعی وجود دارند و از این رو، امکان بهره‌برداری اقتصادی از گیاه شورزی بوریا در این نواحی فراهم می‌باشد.

1- Kraft

۲- دکتر محمد طلایی‌پور، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تماس شخصی.

جدول ۳-۱۶- مقایسه بین ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ بوریا (*J. rigidus*) با برخی مواد دیگر (۱۱۶)

ویژگی‌های مقاومتی	*J. rigidus*		شالی برنج	باگاس نیشکر	خمیر کاغذ کرافت
	بدون بذرزدایی	با بذرزدایی			
مقاومت کششی(km/m)	٦/٣	٦/٧	٣٠	٦/٣	٩
طول پارگی (m)	٧٠٠٠	٩٦٦٧	٣٣٣٣	٧٠٠٠	١٠
درصد طول پارگی نسبت به خمیر کاغذ کرافت	٧٠	٩٦/٧	٣٣/٣	٧٠	١٠٠
مقاومت به ترکیدگی (lb/m^2)	٤٧	٦٢	١٥	٤٣	٦٨
شاخص ترکیدگی	٥٥	٧٣	١٨	٥٠	٨٠
درصد شاخص ترکیدگی نسبت به خمیر کاغذ کرافت	٦٨/٦	٩١/٢	٢٢/٥	٦٢/٥	١٠٠
مقاومت به پارگی(mN)	٢٦	٤٨	٢٨	٢٨	٦٠
شاخص پارگی	٤٣	٨٠	٤٧	٤٧	١٠٠
درصد شاخص پارگی نسبت به خمیر کاغذ کرافت	٣٩	٧٢/٧	٤٢/٧	٤٢/٧	١٠٠
تا شدگی	٣٠٠	١٥٧٠	٢٠	٥٠٠	٣٠٠٠
درصد تا شدگی نسبت به خمیر کاغذ کرافت	١٠	٥٢/٧	٠/٧	١٦/٧	١٠٠
شاخص درجه‌بندی (grade)	٤٠	٧٣	٢٤	٤٢	١٠٠

ویژگی‌های مقاومتی خمیر کاغذ بوریای سفید شده

درجه روانی (^oSR)	درصد درخشندگی	درصد خاکستر	ویژگی‌های مقاومتی				
			زمان کوبیدن (دقیقه)	روانی (^oSR)	مقاومت کششی	مقاومت به ترکیدگی	مقاومت به پارگی	تا شدگی
٤٠	٧٦	٠/٨٥	٠	٤٠	٥٢	٤١	٤٤	٢٣٥
			١٦	٤٩	٤٠	٥٠	٤٠	٥٤٠
			٢٠	٧٥	٦/٨	٤٥	٣٢	٦٩٠
			٣٠	٦١	٦/٥	٤٢	٢٨	٥٢

۳-۱-۵- گل، گیاهان زینتی و فضای سبز

منظرسازی و زیباسازی محیط و ایجاد پارک و فضای سبز در مناطق خشک و بیابانی با انواع گونه‌های درختی، درختچه‌ای، بوته‌ای و گل‌های شورزی، از دیگر موارد بهره‌برداری از گیاهان شورزی و آب و خاک شور است. بسیاری از گونه‌های شورزی گل‌های زیبا و متنوعی تولید می‌نمایند. چمن‌ها در زیباسازی فضای پارکها و باغچه‌ها کاربرد زیادی دارند. از بین چمن‌های شورزی گونه‌های مناسبی بدین منظور وجود دارند. در جدول ۳-۱۷ تحمل به شوری برخی از این گونه‌ها و در مقایسه با چمن‌های رایج ارائه شده است (۷۵).

جدول ۳-۱۷- مقایسه تحمل به شوری چمن‌ها برای کاربرد در فضای سبز (۷۵)

نام گونه گیاه	میزان تحمل به شوری
Paspalum vaginatum	عالی (بیشتر از ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر)
Puccinellia spp.	
Cynodon spp.	بسیار خوب (۱۸-۱۲ دسی‌زیمنس بر متر)
Zoysia matrella	
Stenotaphrum secundatum	
Agrostis palustris	خوب (۱۲-۸ دسی‌زیمنس بر متر)
Zoysia japonica	
Festuca arundinaceae	متوسط (۸-٤ دسی‌زیمنس بر متر)
Lolium perenne	
Eremochloa ophiuroides	ضعیف (کمتر از ٤ دسی‌زیمنس بر متر)
Poa pratensis	
Agrostis tenuis	
Poa annua	
Festuca rubra	

مطالعات در مورد تولید تجاری گل‌های شاخه‌ای از یک دهه پیش آغاز شده است. در حال حاضر، گیاه شورزی گل مینا (*Aster tripolium*) در اروپا کاربرد خوراکی و گل شاخه‌ای هر دو را دارد و در بازار ارائه می‌شود. بررسی علمی تحمل به شوری گونه‌های تجاری گل، با هدف شناسایی گونه‌های شورزی یا با تحمل به شوری بالا برای تولید تجاری توسط شرکت‌های تولیدکننده گل و گیاه با هدف استفاده اقتصادی از آب‌های

شور، در آزمایشگاه شوری ایالات متحده آمریکا آغاز شده است. دو گونه از گل بهمنی ((Statice) *Limonium perezii* و *L. sinuatum*)، که سالانه نزدیک به ۳/۷ میلیون دسته از آن در کشور آمریکا به فروش می‌رسد، در شوری بسیار زیاد چرخه حیات خود را تکمیل کرده و تولید داشتند. لیکن، ویژگی‌های کیفی گل آنها (مانند ارتفاع ساقه) در حد قابل قبول تجاری با استاندارد آمریکا نبوده است (۸۷). هر چند از نظر بازارپسندی، رشد این گل‌ها در شوری زیاد قابل قبول نیست، لیکن، هنوز در منظرسازی و ایجاد فضای سبز کاربرد بسیار خوبی دارند.

گل شب‌بوی معمولی یا استوک (*Matthiola incana*) (Stock) نیز از گل‌های تجاری در آمریکا می‌باشد. دو رقم از این گل تحمل به شوری فوق‌العاده‌ای از خود نشان دادند (۸۷). در بررسی رشد و ویژگی‌های تجاری دو رقم زینتی گل آفتابگردان در شرایط شور، اندازه قطر گل بدون کاهش ولیکن، ارتفاع ساقه کاهش داشت. هرچند از نظر ویژگی‌های تجاری به‌رغم کاهش ارتفاع، گل آفتابگردان در حد بسیار قابل قبولی برای بازار گل بود (۸۷).

دو رقم از گل تاج خروس (*Celosia argentea*) نیز دارای تحمل به شوری بسیار بالا هستند (۸۷). شصت عروسان (Sea lavender) (*Limonium axillare*) از گونه‌های شورزی زیبایی است که می‌توان آن را با آب دریا آبیاری و از آن برای تولید گل شاخه‌ای استفاده کرد. قره‌داغ نیز از جمله گیاهان شورزی زیبا است که می‌توان از آن به عنوان گیاه زینتی در منظرسازی و زیباسازی فضای پارک‌ها در مناطق شور استفاده کرد. همچنین، گیاه شورزی *Hypericopsis persica*، که بومی‌ایران نیز می‌باشد، در منظرسازی و فضای سبز قابل استفاده است. درخت شورزی *Butea monosperma* نیز دارای گلدهی بسیار زیبایی است، به طوری که به آن *شعله جنگل* نیز می‌گویند (۴۱).

غنای فلور گیاهان شورزی ایران و ارزش اقتصادی گل، دریچه‌ای جدید را می‌تواند پیش روی جامعه محققین گل و گیاه کشور باز نماید. تولید اقتصادی گل در کشور با استفاده از خاک و آب‌های زیرزمینی یا سطحی شور، و به طور کلی در جهان، نیازمند بررسی می‌باشد و زمینه‌های ایجاد اشتغال و بهبود کیفیت محیط زیست را نیز می‌تواند به همراه داشته باشد. در جدول ۳-۱۸ فهرستی از گیاهان زینتی شورزی ارائه گردیده است.

جدول ۳-۱۸- برخی از گیاهان زینتی شورزی (۴۱)

نام گونه گیاه	رنگ گل	میانگین ارتفاع (متر)	میزان تحمل به شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
درخت			
Acacia gerrardii	کرم	۵	۵–۱۵
Acacia horrida	زرد	۸	۵–۱۵
Acacia raddiana	کرم	۵	۵–۱۵
Acacia salicina	کرم	۸	۵–۱۵
Acacia tortilis	کرم	۵	۵–۱۵
Casuarina glauca	–	۸	۵–۱۵
Conocarpus erectus	–	۵	۵–۱۵
Elaeagnus angustifolia	سفید	٤	۵–۱۵
Eucalyptus sargentii	سفید	٦	۱۵–۲۵
Moringa peregrina	سفید تا صورتی	٦	۵–۱۵
Parkinsonia aculeata	زرد	۸	۱۵–۲۵
Phoenix dactylifera	–	۱۲	۱۵–۲۵
Prosopis juliflora	سفید	٦	۵–۲۵
Tamarix aphylla	سفید	۸	۱۵–۲۵
بوته و درختچه			
Atriplex baclayana	–	۱/۵	۱۵–۲۵
Atriplex cinerea	–	۱	۱۵–۲۵
Atriplex nummularia	–	۱/۵–۲	۱۵–۲۵
Callistemon rigidus	قرمز	۲	۵–۱۵
Cassia mexicana	زرد	۰/۵–۰/۷۵	۵–۱۵
Colutea istria	زرد	۲	۵–۱۵
Maireana sedifolia	–	۲	۱۵–۲۵
Melaleuca nesophila	یاس بنفش	۳	۵–۱۵
Retama raetam	سفید ارغوانی	۲	۵–۱۵
Tamarix chinensis	بنفش	۳	۵–۱۵

ادامه جدول ۳-۱۸-

نام گونه گیاه	رنگ گل	میانگین ارتفاع (متر)	میزان تحمل به شوری (دسی‌زیمنس بر متر)
آبدار و نیمه‌آبدار			
Agave americana	سفید	۲	۲
Arthrocnemum fruticosum	–	۰/٦	۰/٦
Arthrocnemum macrostachyum	–	۰/۵	۰/۵
Batis maritima	–	۰/۳	۰/۳
دو ساله و چند ساله: پوششی			
Arctotis grandis	متنوع	–	۵–۱۵
Aster alpinus	آبی	–	۵–۱۵
Catharansus roseus	سفید ـ صورتی	–	۵–۱۵
Cineraria maritima	بنفش	–	۵–۱۵
Crithmum maritimum	زرد	–	۱۵–۲۵
Gazania splendens	متنوع	–	۵–۱۵
Inula crithmoides	زرد	–	۲۵–۵۰
Nitraria billardieri	سفید	–	۲۵–۵۰
Sesuvium verrucosum	یاس بنفش	–	۲۵–۵۰
دو ساله و چند ساله: چمنی			
Cynodon dactylon	–	–	۱۵–۲۵
Paspalum vaginatum	–	–	۱۵–۲۵

۳-۱-۶- تولید ترکیبات شیمیایی، دارویی و بهداشتی

گیاه پلانتین (*Plantago coronopus*) از جمله گیاهان شورزی است که دارای ترکیبات شیمیایی و دارویی بسیار غنی و اقتصادی می‌باشد. پلانتین حاوی مقادیر بسیار زیادی از بتاکاروتین (A)، کلسیم و مقادیر کمتری از ویتامین‌های C و K است. مهمترین

ترکیبات شیمیایی این گیاه allantoin، apigenin، aucubin، baicalein، اسید لینولئیک، اسید اولنولیک، سوربیتول و تانین است (۷۰). این گیاه خوراکی نیز بوده و برگ‌های آن در کشور چین مصرف سالادی دارند. همچنین، این گیاه از علف‌های هرز رایج در اراضی مخروبه و حاشیه‌ای، زمینهای گچی و به ویژه در نواحی ساحلی بوده و در کلیه قاره‌های جهان یافت می‌شود. نتایج یک پژوهش در چین نشان داده است که حد آستانه تحمل به شوری آن ۲۵ درصد شوری آب دریا است، لیکن، عملکرد اقتصادی (۵۰ درصد کاهش عملکرد) آن در شوری ۵۰ درصد شوری آب دریا به دست می‌آید (۷۰).

گیاهان شورزی می‌توانند منبع آفت‌کشهای زیستی باشند. این آفت‌کشها در کشاورزی ارگانیک اهمیتی اساسی دارند. در یک بررسی مقدماتی، عصاره اتیل استات چند گونه گیاه شورزی سازگار با شوره‌زارهای باتلاقی اثرات بسیار مثبتی به روی کنترل لارو سوسک *Tribolium confusum* داشته است (۹۷).

قره‌داغ می‌تواند به عنوان یکی از منابع اصلی تولید انواع آلکالوئیدها برای استفاده در صنایع دارویی و صنعتی مورد توجه قرار گیرد (۲۱). خارشتر، که متحمل به خشکی نیز هست، و بسیاری از گونه‌های دیگر شورزی و بومی ایران در تهیه شوینده‌ها، سقز، مواد دارویی، لاستیک و غیره کاربرد دارند. برای مثال، از خار شتر (*Alhagi camelorum*) ترکیبات دارویی، از سیدلتزیا (*Seidlitzia rosmarinus*) مواد شوینده، و از برخی گونه‌های دیگر مانند *Ferula galanifolia* و .*Erymerus* spp، صمغ تهیه می‌شود. در ایران از گونه‌های سیدلتزیا (Seidlitzia) و ساسولا (Salsola) برای تهیه مواد طبیعی برای جهت بهبود رنگ میوه‌های خشک، به ویژه کشمش، استفاده می‌شود (۲۵).

۳-۲- آبزی‌پروری

طبق تعریف شورورزی، آب شور نیز به عنوان یک محیط تولید مورد نظر است. گزینه‌های متعددی در این رابطه وجود دارد، که مهمترین آنها آبزی‌پروری می‌باشد. *آبزی‌پروری* پرورش و تولید انواع ماهیان، میگو، سخت‌پوستان (مانند تمساح)، صدف

(خوراکی یا مروارید) و آرتمیا است. علاوه بر آب‌های شور ساحلی، از آب‌های شور داخلی نیز می‌توان برای آبزی‌پروری بهره‌برداری نمود. آبزی‌پروری با آب‌های شور مناطق داخلی کشور از چند جهت قابل توجه می‌باشد. اول و مهمتر از همه وجود بازار مصرف بسیار خوب برای فرآورده‌های آن، به ویژه ماهی و میگو، در سطح کشور و جهان است. از این رو، نیازی به صرف هزینه و وقت زیاد برای بازاریابی نمی‌باشد. همچنین، در این فعالیت از منابعی استفاده می‌شود که به دلیل شوری زیاد برای مصارف کشاورزی رایج کاربرد ندارد. از این رو، رقیبی برای کشاورزی رایج در استفاده از زمینهای مرغوب و منابع آب با کیفیت مناسب نخواهد بود. بهره‌برداری از منابع آب شور به منظور آبزی‌پروری بهره‌وری اقتصادی از منابع آب را افزایش داده، و فرصت ایجاد اشتغال و یا تنوع درآمد را برای کشاورز و تولیدکننده فراهم می‌سازد. این نوع فعالیت اقتصادی با میگو در مقیاس بزرگ در کشور آمریکا (ایالت آریزونا) و در مقیاس کوچک در کشور مصر (منطقه دلتای نیل) آغاز شده است.

۳-۲-۱- ماهی و میگو

طبق چهارمین برنامه توسعه اقتصادی-اجتماعی کشور، که از سال ۲۰۰۵ آغاز شده است، مصرف ماهی از سرانه مصرف ۶/۱۳ کیلوگرم درسال ۲۰۰۳ به ۱۰ کیلوگرم در سال ۲۰۰۹ خواهد رسید (۱۵). از این رو، افزایش تولید و مصرف ماهی در سبد غذایی کشور از جمله برنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی خواهد بود. در این راستا، شورورزی می‌تواند در توسعه آبزی‌پروری در کشور و ایجاد اشتغال در مناطق خشک و مبتلا به شوری مورد توجه قرار گیرد.

دریای خزر در شمال، خلیج فارس و دریای عمان در جنوب، دریاچه ارومیه و رودخانه‌ها و دریاچه‌های شور متعدد دیگر در نقاط مختلف، کشور را از حیث بهره‌برداری اقتصادی از محیط‌های آبی شور برای آبزی‌پروری بسیار مساعد ساخته است. به این منابع می‌توان حجیم عظیمی‌از زه‌آب‌های شور کشاورزی، از جمله زه‌آب‌های مجتمع‌های نیشکر و صنایع جانبی در استان خوزستان را، که در حال حاضر مشکل زیست محیطی محسوب

می‌شوند، اضافه نمود. آبزی‌پروری در آب‌های شور امکان افزایش بهره‌وری از آب و حل مسئله زه‌آب‌های شور را فراهم می‌کند. تحقق این امر در حال حاضر مستلزم تحقیقات در زمینه شناسایی و معرفی گونه‌های مناسب برای تولید در محیط‌های آبی با شوری‌ها و ترکیبات شیمیایی مختلف است.

تولید ماهیان گرم‌آبی و سردآبی و میگو عمده فعالیت‌های آبزی‌پروری در کشور است. دو روش کلی سیستم‌های باز و جریان‌دار و سیستم‌های بسته (بازچرخانی)[1]، در آبزی‌پروری رایج است. این روشها در آبزی‌پروری با آب‌های شور نیز قابل اجرا می‌باشند. در مورد هر یک از این دو روش نیاز به تجهیزات، سطح دانش و مهارت فنی متفاوت است. از این رو، هزینه‌های احداث واحدهای آبزی‌پروری، به نوع و پیچیدگی سیستم آبزی‌پروری (بسته، باز یا تلفیق در مزرعه) و نوع آبزی بستگی دارد. تلفیق آبزی‌پروری با کشاورزی نیز امکان‌پذیر بوده، که باعث تنوع درآمد کشاورز، کاهش ریسک اقتصادی و افزایش بهره‌وری از آب می‌گردد.

گونه‌های مختلف ماهی، مانند گربه ماهی (Cat fish) (۷-۵ گرم بر لیتر)، تیلاپیا (۱۷-۱۰ گرم بر لیتر)، درام قرمز (*Sciaenops ocellatus*) و باس کانال (Channel Bass) نیز قابل تولید در آب‌های شور هستند. جالب توجه است که ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Salmo garidneri*) نیز قابلیت سازگاری با شرایط شوری در حد آب دریا را دارد (۸۲). دانش فنی تولید بچه ماهی[2] هامور و شانک که از ماهیان آب شور خلیج فارس و دریای عمان می‌باشند، در کشور بومی شده است. با دستیابی به دانش فنی تولید ماهی بالغ این گونه‌ها، زمینه لازم برای بهره‌وری اقتصادی از آب‌های بسیار شور برای تولید ماهیان سازگار در نواحی غیرساحلی کشور، بیشتر فراهم خواهد شد.

با توجه به قیمت قابل توجه و بازار مصرف مناسب برای صادرات میگو، تولید آن از جمله فعالیت‌های قابل توسعه در شورورزی است. پرورش گونه‌های مختلف میگو مانند میگو سفید (*Litopenaeus vannamei*) و میگو ببری (*Penaeus monodon*) به صورت تجاری در آب‌های داخلی با شوری متوسط انجام می‌گیرد. صدف نیز دارای بازار مصرف

1- Circulating
2- Fingerling

و ارزش اقتصادی زیادی است. کمترین شوری مورد نیاز برای پرورش آنها ۲۰ گرم بر لیتر برآورد شده است (۸۲).

آلودگی آب استخرهای پرورش میگو و رهاسازی مجدد آن به دریا، باعث افزایش بیماری‌ها در نواحی ساحلی همجوار پرورش میگو در کشور می‌گردد. شورورزی امکان استفاده مجدد از این پسابها را برای کشت جنگل‌های چند منظوره، علوفه و یا گیاهان دارویی فراهم می‌سازد. در آبزی‌پروری در محیط‌های شور، رعایت نکات زیست محیطی و اکولوژیکی زیر توصیه می‌شود.

- آب‌بندی مناسب کف استخر، برای جلوگیری از نشت آب به آب‌های زیرزمینی و بالا آمدن سطح ایستابی،
- پیشگیری از فرار گونه‌های غیربومی (در صورت استفاده از این گونه‌ها) به آبراهه‌های طبیعی منطقه،
- پیشگیری از انتقال امراض و آلودگی‌های احتمالی به آبراهه‌های طبیعی منطقه، و
- پیشگیری از خروج و انتقال آب به خارج از محدوده تولید آبزی، به عبارت دیگر، دفع پسابهای آبزی‌پروری به صورت مناسب باید در خود منطقه و محل صورت گیرد و پساب حاصله به آبراهه‌ها یا محیط‌های آبی حساس تخلیه نگردد.

پرورش میگو در نواحی ساحلی بسیاری از کشورهای جهان مرسوم است. پساب خروجی از مزارع میگو حاوی مقادیر زیادی از عناصر غذایی، مواد آلی و انواع متابولیت‌ها[1] است. تخلیه این پسابها به محیط‌های آبی (مانند دریا، رودخانه و هور)، موجب بروز عارضه انباشتگی عناصر غذایی در آب، بروز بلوم‌های جلبکی و انتشار امراض می‌گردد. بنابراین، فن‌آوری‌های مختلفی در کشورهایی که ملزم به رعایت مقررات زیست محیطی در خصوص کیفیت پسابهای خروجی از مزارع آبزی‌پروری هستند، ابداع و به کار گرفته می‌شود (۸۱). از جمله رویکردهایی که در دهه اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از این پسابها برای کاربردهای زراعی است. این امر، راهکار مناسبی برای دفع و تخلیه پسابهای مزارع پرورش آبزی، از نظر حفظ کیفیت محیط زیست می‌باشد. همزمان

1- Metabolites

با بهره‌برداری از پساب به عنوان آب آبیاری و عناصر غذایی محلول در آن برای تغذیه گیاهان، بهره‌وری از هر واحد آب مصرفی نیز به طور چشمگیری افزایش می‌یابد.

تخلیه پسابهای خروجی از مزارع مختلف آبزی پروری به محیط‌های آبی موجبات مسائل نامطلوب زیست محیطی را در این محیط‌ها فراهم می‌سازد. بروز این مشکلات بیشتر به دلیل وجود عناصر مغذی در این گونه پسابها است. گیاهان شورزی کارآیی خوبی برای جداسازی عناصر غذایی، فلزات سنگین و آلاینده‌های آب، یا به عبارت دیگر، کاربرد مناسبی در گیاه‌پالایی[1] منابع آب آلوده دارند. توانمندی دو گونه آبدار شورزی محیط‌های شوره‌زار و باتلاقی (*Salicorina bigelvoii* و *Suaeda esteroa*) و یک گونه شورزی بوته‌ای مناطق بیابانی (آتریپلکس) به عنوان صافی زیستی برای جداسازی عناصر غذایی از پسابها به مدت سه سال در لایسیمتر بررسی گردید (۴۳). آبیاری بر اساس تأمین نیاز تبخیر-تعرق به همراه کسر آبشویی[2] ۳۰ درصد انجام شد. آب آبیاری، پساب خروجی یک مزرعه پرورش ماهی تیلاپیا بود و سه سطح شوری، که زیادترین آن ۳۵ گرم بر لیتر (۳۵< دسی‌زیمنس بر متر) بود، بررسی گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که با وجود کسر آبشویی زیاد، این گیاهان ۹۸ درصد از نیتروژن کل و ۹۴ درصد از نیتروژن معدنی پساب را مصرف کرده‌اند. همچنین، ۹۹ درصد از فسفر کل و ۹۷ درصد از فسفر محلول پساب نیز توسط این گیاهان مصرف گردید (۴۳). در مقادیرشوری زیاد، دو گونه گیاه شورزی آبدار بهتر از آتریپلکس عمل کردند.

امکان‌سنجی استفاده از پسابهای خروجی بسیار شور (بیش از ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر) از یک سیستم آبزی‌پروری ماهی تیلاپیا، برای آبیاری علوفه شورزی *Suaeda esteroa* بررسی گردیده است (۴۲). در این آزمایش لایسیمتری، تأثیر مقادیر مختلف آبیاری (۵۰ تا ۲۵۰ درصد تبخیر از سطح تشت) بر رشد علوفه شورزی و جذب نیتروژن محلول در پساب بررسی گردید. عملکرد علوفه با افزایش حجم آب آبیاری به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین غلظت نیتروژن در زه‌آب لایسیمتر در طول دوره آزمایش کاهش یافت، و با افزایش حجم آب آبیاری نیز غلظت آن کاهش داشت، که نشان از جذب

1- Phytoremediation
2- Leaching fraction

نیتروژن توسط علوفه شورزی دارد (۴۲).

منابع آب لب شور در مناطق خشک و نیمه‌خشک به وفور یافت می‌شوند. پرورش میگوی آب شیرین با استفاده از این منابع و استفاده از پساب مزارع پرورش میگو برای آبیاری گیاهان زراعی رویکرد مناسبی برای افزایش بهره‌وری از آب و بهره‌وری اقتصادی می‌باشد. تولید تجاری میگوی سفید از سال ۱۹۹۷ میلادی در ایالت آریزونای کشور آمریکا، که از خشک‌ترین مناطق آن کشور است، آغاز گردید، و از آن پس رشد بسیار بالایی از نظر تولید و ارزش اقتصادی پیدا کرده است. پساب خروجی از این مزارع برای آبیاری گیاهانی که در حال حاضر با آب‌های دارای شوری متوسط آبیاری می‌شوند (مانند گندم، سورگوم و پنبه)، استفاده می‌گردد. منابع آب مورد استفاده در این مزارع پرورش میگو از آب‌های زیرزمینی (چاه) بوده است. جداول ۳-۱۹ و ۳-۲۰ مقایسه کیفیت آب چاه (آب ورودی) و پساب خروجی از یکی از مزارع پرورش میگوی سفید در ایالت آریزونا را نشان می‌دهد (۸۱). همانطور که در جدول ۳-۲۰ مشاهده می‌شود، شوری آب چاه و پساب خروجی در حدود ۲/۲ گرم بر لیتر (حدود ۳ دسی‌زیمنس بر متر) است که برای آبیاری بسیاری از گیاهان زراعی رایج مناسب می‌باشد. همچنین، میزان نیتروژن موجود در پساب خروجی، ۳۱-۲۰ درصد از کود نیتروژنه مورد نیاز گندم (در شرایط زراعی ایالت آریزونا) را تأمین می‌نماید (۸۱).

جدول ۳-۱۹- تفاوت خصوصیات کیفی آب ورودی و پساب خروجی از یک مزرعه پرورش میگوی آب شیرین (شوری کم) در ایالت آریزونا، آمریکا (۸۱)

عامل مورد بررسی	آب چاه		پساب		اختلاف
	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	میانگین‌ها
دما (درجه سلسیوس)	۲۸/۷	۲۵/۵–۲۹/۸	۲۷/۹	۲۱/۱–۳۱/۲	- ۰/۸۱
اکسیژن محلول (میلی‌گرم بر لیتر)	٦/٤	٥/٤٤–٧/٩٠	٦/٧٠	٤/٥٩–٩/٠٨	۰/۳
شوری (گرم بر لیتر)	۲/۰	۱/٦–۲/٥	۲/۲	۱/۷–۲/۷	۰/۲
واکنش (pH)	۷/٦۹	۷/۱۸–۷/۹٥	۸/۸٤	۸/۱٥–۹/٦۷	۱/۱٥

جدول ۳-۲۰- برخی از پارامترهای کیفی آب ورودی و پساب خروجی از یک مزرعه میگوی آب شیرین (شوری کم) در آریزونا، ایالات متحده آمریکا (۴۲)

عامل مورد بررسی (میلی‌گرم بر لیتر)	آب چاه		پساب		اختلاف میانگین‌ها
	میانگین	محدوده	میانگین	محدوده	
نیتروژن کل	۱۱	۳-۱۷	۹	۳-۱۳	-۲
نیتروژن-آمونیاک	۰/۰۲	۰/۰۰ -۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۰٤ -۰/۷۰	۰/۱۵
نیتروژن-نیترایت	۰/۰۰۵	۰/۰۰ - ۰/۱۱۰	۰/۲٦۱	۰/۱٦۸ -۰/٤۱۰	۰/۲۵٦
نیتروژن-نیترات	٦/۷	۳/۷ -۱۹/۱	۹/۸	٤/۵ -۱۸/۲	۳/۲
فسفرکل	۰/٤۰	۰/۰۰ -۰/۸۱	۰/۷٤	۰/۲۹ -۱/٦۱	۰/۳٤
فسفر فعال	۰/۱٤	۰/۰۰ -۰/٦۰	۰/۳۳	۰/۰٦ -۰/۷۸	۰/۱۹
قلیائیت	۱۳٤	۱۰۲ -۱۸۷	۹٦	۵۱ -۱۵٦	-۳۸
نیاز شیمیایی اکسیژن (COD)	۱۳	۰ -٦۸	۲۳	۰-۸۸	۹
نیاز بیولوژیکی اکسیژن (BOD)	۱/۰۹	۰/۱٦ -٤/٤۰	٦/٤۰	۰/۲۲ -۱۰/۵۵	۵/۳۱
کل جامدات معلق (TSS)	٤/٦	۰/۰ -۱۰/۰	٤٦/۸	۱۱/٦ -۲۰۰/۵	٤۲/۲
جامدات معلق فرار (VSS)	۲/٤	۰/۰ -۵/۰	۲٤/۱	۸/۰-۹۳/۸	۲۱/۷

COD: Chemieol Oxygen Demanol, BOD: Biological Oxygen Demand, TSS: Total Suspeded Solids, VSS: Volatile Suspended Solids

۳-۲-۲- آرتمیا

آرتمیا از انواع مهم سخت‌پوستان است که می‌تواند در محدوده وسیعی از شوری آب، حتی تا چند برابر بیشتر از شوری آب دریا، زندگی کند. آب‌های با شوری ۴۵ تا ۲۲۰ گرم بر لیتر زیستگاه مناسبی برای آنها می‌باشند، ولیکن در محیط‌های با شوری ۳۴۰ گرم بر لیتر و کمتر از ۴۵ گرم بر لیتر نیز مشاهده شده‌اند. شوری مناسب برای پرورش آرتمیا در استخرهای خاکی ۱۲۰-۸۰ گرم بر لیتر است که شوری کمتر برای تولید توده زنده و شوری زیادتر برای تولید سیست (تخم مقاوم آرتمیا) می‌باشد (۱۹). همچنین، آرتمیا محدوده وسیعی از دما، اکسیژن و pH را نیز تحمل می‌کند، که در مجموع

می‌توان آن را موجودی کاملاً سازگار با شرایط دشوار محسوب کرد. منابع تغذیه آن نیز جلبک‌های تک سلولی، ذرات ریز گیاهان و باکتری‌های موجود در آب می‌باشند.

دریاچه ارومیه بزرگترین زیستگاه طبیعی آرتمیا در ایران است. گونه معروف آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*) که تنها گونه دو جنسی آرتمیا در ایران است، در این دریاچه زندگی می‌کند. علاوه بر دریاچه ارومیه، گونه‌های دیگر آرتمیا، که همگی تک جنسی می‌باشند، در دریاچه‌های دائمی‌و غیردائمی مهارلو، بختگان و تشت در استان فارس، دریاچه‌های اینچه و شور در استان گلستان، دریاچه شورابیل در استان اردبیل، دریاچه هامون جازموریان در حد فاصل استانهای کرمان و سیستان و بلوچستان، دریاچه‌های نمک و حوض سلطان در جنوب شرق تهران و رودخانه فصلی کال شور گناباد نیز زندگی می‌کنند. با این حال، مهمترین گونه اقتصادی آرتمیا، همان آرتمیا اورمیانا در آذربایجان است. علاوه بر زیستگاه‌های طبیعی، تولید مصنوعی آرتمیا در استخرهای آب شور در اراضی شوره‌زار و مخزن (بشکه) نیز انجام می‌گیرد.

کشورهای آمریکا، برزیل و چین بزرگترین تولیدکنندگان سیست و زیست توده آرتمیا در جهان هستند، به طوری که آمریکا به تنهایی ۷۰ درصد از بازار جهانی آرتمیا را در اختیار دارد (۵). لیکن، جالب توجه است که کشورهایی مانند تایلند و ویتنام نیز بدون دارا بودن زیستگاه طبیعی آرتمیا و با پرورش مصنوعی آن، از جمله تولیدکنندگان مطرح آرتمیا در سطح جهان محسوب می‌شوند. پرورش آرتمیا دارای قابلیت اشتغال‌زایی زیادی می‌باشد. بر اساس تجربیات به دست آمده از نقاط مختلف جهان، هر ۱۰۰ هکتار مزرعه پرورش آرتمیا، به طور متوسط نیازمند ۵۰ نفر کارگر ساده، ۱۰ نفر کارگر آموزش دیده، ۶ نفر کارشناس و یک نفر متخصص می‌باشد (۴).

آرتمیا در مزارع پرورش میگو و ماهی به عنوان یک ماده غذایی باکیفیت، کاربرد فراوانی در سطح جهان دارد. سواحل شرقی و جنوبی دریاچه ارومیه از مستعدترین مناطق پرورش آرتمیا در ایران می‌باشند. لیکن، در کال شور گناباد و رودخانه هندیجان استان خوزستان نیز آرتمیا به صورت آزمایشی تولید شده است. طبق برآوردهای انجام یافته،

سرمایه‌گذاری ثابت به ازای هر ۱۰۰ هکتار مزرعه آرتمیا در حدود ۲۵۰۰ میلیون ریال می‌باشد (۴). عملکرد این مزارع در حدود ۱۵ تن سیست خشک و حداقل ۱۰۰ تن زیست توده آرتمیا است. مبنای قیمت سیست آرتمیا بر اساس کیفیت و مرغوبیت آن بوده، و هر کیلوگرم آن بین ۲۰۰-۱۰۰ دلار در بازار جهانی ارزش دارد. از این رو، سودآوری پرورش آریتما از همان ابتدا در حدود ۱۰ میلیارد ریال در سال (به ازای ۱۰۰ هکتار) برآورد می‌شود، که این مقدار از سال دوم کمتر از ۱۲ میلیارد ریال نخواهد بود (۱). بنابراین، سوددهی مطلوب و وجود بازار مصرف مناسب در داخل و خارج از کشور برای فرآورده‌های آرتمیا، توسعه صنعت تولید آن را، به ویژه توسط بخش خصوصی، توجیه‌پذیر می‌سازد. این امر کمک مؤثری به توسعه آبزی‌پروری (ماهی و میگو)، ارتقاء کیفیت آبزیان پرورشی، افزایش بهره‌وری از منابع آب و اشتغال‌زایی در کشور خواهد داشت.

پلیمرهای زیستی کیتین[1] و کیتوزان[2] دو ماده ارزشمند و اقتصادی می‌باشند که برای اولین بار در جهان از پوسته سیست آرتمیا اورمیانا در ایران استحصال شده است (۲). کیفیت کیتین و کیتوزان استخراج شده از پوسته سیست آرتمیا در ایران با انواع مشابه تجاری آن از پوسته‌های خرچنگ (ویتنام) و میگو (چین) قابل رقابت است(۳). همچنین، میزان استخراج کیتین از پوست سیست آرتمیا دارای بازده ۳±۲۸ درصد وزنی بوده است (۲). این پلیمرها در پزشکی، کشاورزی، نساجی، صنایع غذایی، آرایشی، داروسازی، پالایش آب، فن‌آوری زیستی، پالایش فلزات سنگین و کاغذسازی کاربرد گسترده‌ای دارند. میزان نیاز جهانی کیتین بیش از ۱۵۰۰۰۰ تن در سال بوده، در حالیکه میزان تولید در حدود ۳۰۰۰ تن در سال می‌باشد (۲). کشور ژاپن بزرگترین مصرف‌کننده و آمریکا بزرگترین تولیدکننده آن می‌باشند. ارزش جهانی هر کیلوگرم کیتوزان در حدود ۱۰۰۰۰ دلار است و در صورت صنعتی شدن، کشور ظرفیت تولید ۱۴۰ کیلوگرم از آن را در سال دارا می‌باشد (۹).

1- Chitin
2- Chitosan

۳-۲-۳- علف دریایی[1]

در حدود ۱۰۰۰۰ گونه علف دریایی در سطح جهان وجود دارد که ۵۰۰ گونه از آن به صورت تجاری مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. ارزش این صنعت سالانه در حدود ۶ میلیارد دلار می‌باشد (۶۰). در گذشته که تقاضا برای این محصول در سطح جهان کم بود، مقادیر مورد نیاز به طور مستقیم از اقیانوسها برداشت می‌شد. لیکن، با افزایش زیاد تقاضا در سطح جهانی و کاهش ذخایر طبیعی و کیفیت زیستگاه‌های علف‌های دریایی، تولید تجاری آنها در محیط‌های مصنوعی آغاز و توسعه یافت. در حال حاضر تولید انبوه علف‌های دریایی در مخازن و استخرهای مصنوعی انجام می‌گیرد. استخرهای آب شور و کانال‌های انتقال آب شور به استخرهای پرورش میگو می‌توانند در تولید انبوه این محصول کاربرد داشته باشند. تولید علف دریایی نیازمند مقادیر کافی از آب‌های شور، با شوری و کیفیت شیمیایی مشابه آب دریا، می‌باشد. مهمترین عامل در هزینه تولید آنها، انتخاب گونه برای تولید اقتصادی است. گونه‌هایی که از طریق رویشی[2] تکثیر نموده و به صورت شناور در استخرهای آب شور قابل رشد هستند، آسانترین گونه‌ها برای تولید می‌باشند. تهویه مناسب و میزان نیتروژن مخازن و استخرها در این مورد بسیار مهم می‌باشد.

علف‌های دریایی منبعی غنی از فیکوکلوئیدها[3] هستند، که کاربرد وسیعی در صنایع مختلف دارند. این مواد کربوهیدرات‌ها یا پلی‌ساکاریدهایی هستند که باعث افزایش گرانروی (لزوجت)، ثبات و قوام مایعات می‌شوند. این ویژگی در صنایع غذایی و مصارف صنعتی کاربرد فراوان دارد. مهمترین فرآورده‌های آن آگار[4]، کاراجـین[5] و الگانیت[6] می‌باشند. همچنین، این علف‌ها منابعی بسیار غنی از عناصر آهن و ید هستند، که

1- Seaweed
2- Vegetative
3- Phycocolloids
4- Agar
5- Carageenan
6- Alginates

موجب شده در فروشگاه‌های مواد غذایی سالم جایگاه ویژه‌ای پیدا کنند. از سوی دیگر، این علف‌ها به راحتی فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها را جذب می‌نمایند (۸۸). این مسئله از جمله معایب تولید تجاری آنها در آب‌های ساحلی، به منظور مصرف خوراکی یا بهداشتی محسوب می‌شود. لیکن، از نظر کاربرد زیست محیطی برای کاهش آلودگی در نواحی ساحلی آلوده به مواد نفتی ویژگی مثبتی می‌باشد.

۳-۲-۴- جلبک[1]

طیف وسیعی از انواع فرآورده‌های مفید، مانند بتاکاروتین، کلروفیل، لیپید (چربی و روغن) انواع عناصر معدنی[2] و ویتامین‌ها از گونه‌های مختلف جلبک‌ها استخراج می‌شود. این مواد در صنایع بهداشتی، دارویی، مکمل‌های غذایی برای آبزیان و دام، غذایی و سوخت‌های زیستی[3] کاربرد فراوان و بازار مصرف بسیار خوبی دارند. تحمل به شوری و فرآورده‌های برخی از گونه‌های انواع جلبک‌ها در جدول ۳-۲۱ ارائه شده است. عصاره جلبک قهوه‌ای به عنوان کود زیستی در کشاورزی به مصرف می‌رسد. فواید آن به صورت افزایش عملکرد، افزایش مقاومت گیاه به سرمازدگی، افزایش جذب عناصر معدنی از خاک، افزایش تحمل گیاه به شرایط تنش و کاهش خسارت‌های انبارداری میوه‌ها گزارش شده است (۶۱). اکثر عصاره‌های جلبکی که در کشاورزی استفاده می‌شوند، از گونه *Ascophylum nodosum* که یکی از گونه‌های جلبک قهوه‌ای است، استخراج می‌گردد. تحقیقات در زمینه شناسایی و استخراج مواد مؤثره در علف‌های دریایی و جلبک‌ها اغلب محرمانه یا ثبت شده است. ولیکن، به نظر می‌آید که چهار ترکیب اصلی مؤثر در این مورد کلوئیدها، فیتوهورمون‌ها، اسیدهای آمینه و ترکیبات قندی باشند (۳۴)، که در این میان نقش قند بسیار جالب و قابل توجه است.

1- Algae
2- Minerals
3- Biofuel

جدول ۳-۲۱- گونه‌های مناسب جلبک‌ها برای پرورش با استفاده از منابع آب زیرزمینی شور (۸۸)

انواع گونه‌های جلبک‌ها	فرآورده تجاری	شوری (گرم بر لیتر)	وضعیت تولید
میکروجلبک (Microalgae)			
Dunaliella salina	بتاکاروتین	<۲۰۰	تجاری
Aphanothece halophytica	پلی ساکاریدها، رنگدانه‌ها	<۲۰۰	پژوهشی
گونه‌های *Isichrysis* و *Tetraselmis*	خوراک آبزی پروری	≈ ۳۰	تجاری
Spirulina platensis	فرآورده‌های غذایی سالم	≈ ۳۰	تجاری
Porphyridium creuentum	پلی‌ساکاریدها، رنگدانه‌ها	≈ ۳۰	پژوهشی
ماکروجلبک (Macroalgae)			
Gracilaria spp.	خوراک آبزی‌پروری	≈ ۳۰	تجاری
Ulva spp.	خوراک پرورش صدف	≈ ۳۰	تجاری
Caulerpa spp.	خوراک غذایی (ژاپن)	≈ ۳۰	تجاری (فیلیپین)

۳-۲-۴-۱- میکروجلبک

بیش از ۳۰۰۰۰ گونه جلبک تک سلولی (میکروجلبک) در جهان وجود دارد، که هر یک ویژگی‌های بیوفیزیکی و بیوشیمیایی خاص خود را دارد. آنها در بسیاری از محیط‌های بسیار شور طبیعی، مانند دریاچه‌های نمک، نیز زندگی می‌کنند. فرآورده بسیار با ارزش جلبک‌ها، ترکیبات بیوشیمیایی، مانند کاروتین و پنی‌سیلین است. دو شرکت استرالیایی بزرگترین تولیدکننده جلبک و فرآورده‌های آنها، به ویژه بتاکاروتین، در جهان هستند، که از آب دریا برای پرورش جلبک‌ها استفاده می‌نمایند (۸۸).

جلبک گونه *Dunaliella salina* از مهمترین منابع بتاکاروتین است. بتاکاروتین هم خاصیت آنتی‌اکسیدان (دارویی) داشته و هم کاربرد وسیعی به عنوان ماده رنگی طبیعی در صنایع مختلف غذایی، دارویی، بهداشتی، آرایشی و خوراک آبزیان دارد. این گونه در

محدوده شوری‌های بسیار گسترده‌ای (از ۴۹۰-۴ دسی‌زیمنس بر متر) می‌تواند رشد نماید (۸۸). از این رو، از معدود جاندارانی است که می‌تواند در شرایط فرا شور[1]، یعنی ۱۰ برابر شوری آب دریا، رشد و به حیات خود ادامه دهد. این جلبک یکی از غذاهای اصلی آرتمیا است. گونه‌های *Spirulina* حاوی ۶۰ درصد پروتئین و مقادیر قابل‌توجهی از ویتامین‌های B12، E و همچنین، بتاکاروتین، کلروفیل و عناصر روی، کلسیم، فسفر، پتاسیم و منیزیم است، که کاربرد و بازار مصرف بسیار خوبی در صنایع دارویی، غذایی و مکمل‌های بهداشتی برای مصارف انسانی دارد (۸۸). این گونه جلبک نیز در شرایط بسیار شور زندگی می‌کند. شرایط دشوار محیط رشد این گونه‌ها، شرایط را برای رشد گونه‌های رقیب دشوار می‌سازد.

بهترین شرایط رشد جلبک گونه *D. salina* در مناطق آفتابی، گرم و کم باران است. درجه حرارت بهینه برای رشد آن ۳۵-۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد. این شرایط تولید بتاکاروتین را در جلبک افزایش داده و رشد گونه‌های رقیب را نیز کاهش می‌دهد. منابع کافی از آب (زیرزمینی یا سطحی) با شوری و ترکیب شیمیایی نزدیک به آب دریا، از پیش نیازهای دیگر تولید تجاری جلبک است به طور معمول، ترکیبات شیمیایی آب‌های زیرزمینی شور مشابه دریا است، که در غیر این صورت، ممکن است نیاز به تنظیم pH، عناصر ریزمغذی و عناصر دیگر برای تولید جلبک باشد. تولید جلبک را به احتمال، می‌توان در کنار صنایعی که از آب‌های زیرزمینی با شوری متوسط (۲۸-۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) استفاده می‌کنند، مانند واحدهای آب شیرین‌کن غیرساحلی و استحصال نمک و مواد معدنی، انجام داد.

مزارع آبزی‌پروری از جلبک‌ها به عنوان غذای اصلی و مورد علاقه آبزیان، به ویژه میگو و آرتمیا استفاده می‌کنند. پرورش انبوه جلبک‌ها در محیط‌های شور، که در حقیقت محیط رشد میگو و آرتمیا نیز می‌باشند، فرصت بهره‌برداری از آب‌های بسیار شور را برای تولید خوراک آبزیان و ایجاد درآمد فراهم می‌سازد. با توجه به شرایط رشد مشابه جلبک‌هایی مانند گونه *D. salina* و آرتمیا، پرورش این دو می‌تواند مکمل یکدیگر و یا مکمل مزارع پرورش میگو باشد. هر دو آنها از خوراک‌های گرانقیمت و پرمصرف در مزارع پرورش میگو می‌باشند.

1- Hyper saline

سوخت‌های زیستی در دهه اخیر، به دلیل گرانی قیمت نفت، بسیار مورد توجه قرارگرفته‌اند. 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 سوخت می‌نماید (۸۸). برخی از گونه‌های جلبک حاوی مقادیر قابل توجهی از لیپیدها هستند. رشد و تکثیر سریع، و امکان زندگی در محیط‌های شور، آنها را از جمله گیاهان با توانمندی قابل توجه برای کاربرد در صنعت سوخت زیستی درآورده است. از دهه ۱۹۷۰ تا دهه ۱۹۹۰، تحقیقات وسیعی در زمینه تولید سوخت زیستی از جلبک‌ها در کشور آمریکا انجام گرفت، که بیشتر در مورد شناسایی گونه‌های جلبک با قابلیت تولید لیپیدها و رشد زیاد بود. با توجه به شرایط اقتصادی و وضعیت انرژی در سطح جهانی، صنعت تولید سوخت زیستی از منبع جلبک‌ها به شدت مورد توجه بوده، و می‌تواند فرصتی برای کارآفرینی تلقی شود. این صنعت در ایران در مراحل ابتدایی و تحقیقاتی است.

با توجه به مطالب گفته شده، مناطق خشک و نیمه‌خشک، به ویژه مکان‌هایی که دسترسی به منابع کافی و فراوان آب شور دارند، نواحی مناسبی برای تولید و پرورش جلبک‌ها می‌باشند. به نظر می‌آید که در استان‌های همجوار دریاچه ارومیه، قم، فارس و استان‌های همجوار دریای عمان و خلیج فارس امکانات ایجاد این صنعت وجود داشته باشد. در استان‌های مناطق بیابانی، که دارای منابع فراوان آب بسیار شور سطحی یا زیرزمینی باشند، این امکان نیز وجود خواهد داشت.

نیازمندی‌های تولید تجاری جلبک‌ها عبارت از استخرهای پرورش، استخرهای آزمایشی، و آزمایشگاه برای کنترل کیفیت آب استخرها و پایش رشد جلبک‌ها و اتاق‌های خنک‌کننده[1] است. استخرها باید کم‌عمق بوده و عمق آب در آن در حدود ۲۰ سانتی‌متری نگاه داشته شود، که البته این عمق برای تنظیم شوری و درجه حرارت آب می‌تواند تغییر کند (۸۸). درجه حرارت آب نیز باید کمتر از ۴۰ درجه سلسیوس نگهداری شود. تنظیم شوری و pH آب استخر، بیشتر با هدف ایجاد شرایط بهینه برای رشد گونه مورد نظر جلبک و کاهش شرایط مناسب برای رشد دیگر گونه‌های رقیب یا ناخواسته جلبک‌ها است. دشوارترین مرحله تولید جلبک، برداشت و جمع آوری مناسب جلبک‌ها از آب می‌باشد. روش‌های مختلفی در این مورد ارائه شده، که متداول‌ترین آنها

1- Cool rooms

روش‌های انعقاد (فلاکوله) و سانتریفیوژ است (۸۸). لیکن، شرکت‌های بزرگ تولیدکننده جلبک و فرآورده‌های آن، روش‌های خاص خود را دارند که ثبت شده و به راحتی در اختیار عموم نیست. همچنین، نحوه و روش‌های فرآوری جلبک و استخراج ترکیبات مورد نظر، که در واحدهای فرآوری درون مزرعه یا دیگر مکان‌ها انجام می‌گیرد، اغلب ثبت شده (Patented) می‌باشند.

در صنعت تولید تجاری و فرآوری جلبک‌ها اطلاعات تخصصی و مهارت‌های فنی و علمی‌در سطوح بالا مورد نیاز است. البته، فرآورده به دست آمده نیز از ارزش اقتصادی زیادی برخوردار می‌باشد. این صنعت در ایران در سطح تحقیقاتی و به صورت نمونه و آزمایشی موجود است. از این رو، ایجاد و توسعه تجاری این صنعت در کشور به عنوان نوعی کارآفرینی محسوب می‌شود. بدین ترتیب که بهره‌بردار تقبل هزینه‌ها و ریسک‌های مرتبط با یک محصول جدید و ایجاد بازار را به عهده می‌گیرد. به هر صورت، ایجاد این صنعت فرصت‌های شغلی مناسبی را برای افراد تحصیل کرده ایجاد خواهد کرد. تنوع گونه‌های جلبکی، وفور منابع آب شور و گستردگی مناطق خشک در کشور، راه‌اندازی این صنعت در کشور را امیدبخش می‌سازد. هزینه‌های نسبتاً زیاد راه‌اندازی، که بیشترین آنها مربوط به به دست آوردن روش‌های مناسب استخراج ترکیبات و نیاز به افراد متخصص می‌باشد، مهمترین چالش در راه ایجاد این صنعت در کشور است. لیکن، وجود منابع فراوان گفته شده و وفور نیروی کار متخصص در کشور با هزینه‌های کمتر نسبت به کشورهای توسعه یافته، و نیز وجود بازار مصرف داخلی و بین‌المللی با قیمت‌های مناسب برای این فرآورده‌ها، سرمایه‌گذاری توسط بخش خصوصی از منابع داخلی و یا بین‌المللی را توجیه‌پذیر می‌سازد. برای مثال، بتاکاروتین از پرمصرف‌ترین رنگ‌های غذایی در جهان است، به طوری که در سال ۱۹۹۸ میلادی ۲۶ درصد از بازار ۱/۷ میلیارد دلاری (دلار استرالیا) رنگ‌های غذایی جهان را در اختیار داشت. این سهم بین ۵-۳ درصد در سال در حال افزایش است (۸۸). خریداران عمده بتاکاروتین، شرکتهای بزرگ دارویی، شیمیای، بهداشتی، و غذایی جهان، به ویژه در آمریکا، اروپا و خاور دور می‌باشند. در اینجا، اهمیت کنترل کیفیت، که در موفقیت در بازار رقابتی جهان نقش کلیدی دارد، روشن می‌شود. تحقیقات پایه در زمینه‌های مختلف برای بومی نمودن فن‌آوری تولید جلبک در آب‌های شور در کشور مورد نیاز می‌باشد. رشد سریع و

فیزیولوژی نسبتاً ساده جلبک‌ها انجام مطالعات و پژوهش در این زمینه را تحت شرایط آزمایشگاهی تسهیل و تسریع می‌کند، که این مورد خود امتیاز مثبت محسوب می‌شود. نیازهای اصلی تحقیقات در کشور، در زمینه برداشت جلبک‌ها، ادوات و دستگاه‌ها و روش‌های فرآوری آن بیشتر می‌باشد.

۳-۲-۴-۲- ماکروجلبک

این جلبک‌ها حاوی درصد زیادی از پروتئین، اسیدهای چرب امگا ۳ و ۶، انواع مختلف ویتامین‌ها و پلی‌ساکاریدهای خاص می‌باشند. علاوه بر مصارف بهداشتی، این فرآورده‌ها در غنی‌سازی مواد غذایی، مانند ماکارونی و شکلات، کاربرد دارند. در ایران نیز به صورت طرح‌های پژوهشی این کار انجام شده است. میکروجلبک‌ها در تهیه خوراک آبزیان، تصفیه پسابها، تولید کود بیولوژیک، ترکیبات شیمیایی (پلی‌ساکاریدها، چربی‌ها)، پروتئین، رنگدانه ویتامین‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و دارو کاربرد داشته و به عنوان ماده اولیه بسیاری از مواد شیمیایی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مورد تولید جلبک دریایی با مصارف علوفه، دارویی، بهداشتی، غذایی و صنعتی فعالیت‌هایی توسط سازمان‌های مختلف پژوهشی کشور انجام گرفته است و چند مزرعه کشت و تولید جلبک نیز در استان هرمزگان احداث شده است. دوره کشت جلبک دریایی در ایران به طور معمول، از نیمه آذر تا نیمه فروردین ماه است، که با توجه به دوره رشد ۴۵ روزه جلبک‌ها، تا چهار بار در سال می‌توان آن را تولید و برداشت نمود. ظرفیت تولید جلبک‌های دریایی ۷۰-۶۰ تن وزن تر است، که از هر ۱۰ کیلوگرم جلبک تر، ۲/۵ کیلوگرم جلبک خشک و یک کیلوگرم ماده ارزشمند آگار می‌توان استحصال کرد. قیمت هر کیلوگرم ماده آگار وارداتی به کشور، بسته به کیفیت و مورد مصرف بین ۲۰۰ تا ۳۰۰۰ هزار ریال است (۲۲). در یکی از پروژه‌های پرورش جلبک در استان هرمزگان، که با هدف تصفیه پساب‌های خروجی از مزارع پرورش میگو انجام گرفته است، ۱۵۰۰ کیلوگرم جلبک از یک کانال ۶۰۰ متری برداشت شده است. پژوهشکده بیوتکنولوژی در قشم انواع با ارزش آنها را شناسایی و به صورت نمونه و آزمایشی، آگار (یا الژینات) را از آنها استخراج و تفاله آن را تبدیل به پروتئین تک‌یاخته‌ای کرده است.

همچنین، از انواعی که ارزش استخراج نداشتند، با استفاده از روش تخمیر، کود زیستی تولید نموده است.

۳-۲-۵- علوفه گیاهان آبزی

آزولا نوعی سرخس آبزی است که علاوه بر آب‌های شیرین، در آب‌های شور نیز رشد و نمو خوب و تولید بالایی دارد. این گیاه بومی ایران نبوده، و رهایافت آن به تالاب انزلی اثرات زیانباری را در پی داشته است. با این حال، آزولا دارای موارد مصرف بسیار سودمندی نیز می‌باشد (۱۷). شوری آب تالاب انزلی بین ۱۱-۷ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بوده، و رشد سریع این گیاه در آن مؤید متحمل به شوری بودن گیاه آزولا می‌باشد. به طور اجمال، فواید و موارد مصرف آزولا شامل توانایی رشد سریع و حجم زیاد در محیط‌های شور (آب و خاک)، خوراک با کیفیت مناسب برای دام، طیور و آبزیان، قابلیت شوری‌زدایی خاک‌های شور، توانایی تثبیت نیتروژن در خاک (کود سبز)، کنترل علف‌های هرز در شالیزارها، و امکان تولید آن در گودال‌ها، باتلاق‌های کوچک و لش آب‌ها می‌باشند (۱۷). اراضی باتلاقی شور در مناطق بیابانی نیز بستر مناسبی برای تولید آزولا می‌باشد. حجم تولید زیاد علوفه این گیاه در محیط‌های شور، بهره‌برداری اقتصادی و کسب درآمد از طریق تولید آن را در مناطق بیابانی، باتلاقی و شور امکان‌پذیر می‌سازد. با بهره‌برداری از توانایی‌های گونه‌های مختلف این گیاه، و مدیریت مناسب می‌توان اقدام به تولید تجاری و اقتصادی علوفه آزولا در اراضی باتلاقی و یا آب‌های شور نمود. با توجه به رشد سریع این گیاه، بررسی پرورش آن با آب‌های شور در محیط‌های کنترل شده، مانند گلخانه‌های ساده با سینی‌های رشد مطبق، امکان‌پذیر است. همچنین، از آن به عنوان کود سبز در اراضی شور و اصلاح‌کننده خاک‌های شور می‌توان بهره‌برداری کرد.

گیاه آبزی عدسک آبی (*Lemna gibba*) در آب‌های شور تالاب انزلی به خوبی رشد کرده و بومی منطقه نیز می‌باشد. علوفه این گونه نیز همانند آزولا، در تغذیه دام کاربرد دارد. بهره‌برداری اقتصادی از این گیاه آبزی و تولید تجاری آن نیز همانند آزولا، در محیط‌های آبی شور قابل بررسی است.

۳-۳- بهره‌برداری‌های متفرقه از محیط‌های شور

۳-۳-۱- میکروارگانیسم‌های شورزی

ریشه از اندام‌های اصلی هر نوع گونه گیاهی می‌باشد. به طور کلی، رشد گیاه با فعالیت ریشه تنظیم می‌گردد. از جمله روش‌هایی که دارای توانایی زیادی برای مقابله با تنش‌های محیطی و سازگاری با مبانی حفظ محیط زیست دارد، استفاده از میکروارگانیسم‌های محرک رشد است. گونه‌های متنوعی از میکروارگانیسمها، شامل انواع تک یاختگان، باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها را در زیست‌بوم‌های مختلف شور می‌توان مشاهده کرد. این میکروارگانیسمها به محدوده‌های مختلف شوری در شرایط هوازی و بی‌هوازی سازگاری یافته‌اند. برخی از آنها تثبیت‌کننده نیتروژن هوا و یا حل‌کننده ترکیبات فسفر بوده و موجب تحریک رشد بیشتر گیاه همزیست خود می‌شوند. این امر فرصت مناسبی برای تهیه کودها و یا محرک‌های رشد میکروبی برای تولید گیاه در خاک‌های شور را فراهم می‌آورد. در کشاورزی با آب دریا، به علت pH قلیایی و غلظت بالای نمک‌ها، استفاده از کودهای شیمیایی، که خود نیز نوعی نمک است، ممکن است سودمندی لازم را نداشته باشد. از طرف دیگر، به دلیل نیاز آبشویی زیاد در آبیاری گیاهان کشت شده در اراضی شنی ساحلی، این عناصر به آب دریا بازگشت می‌نمایند، که خود مسائل و مشکلات زیست محیطی ایجاد می‌کند. بنابراین، استفاده از کودهای بیولوژیک و باکتری‌ها و قارچ‌های همزیست مناسب، می‌تواند در این شرایط مفیدتر باشد.

بررسی و جداسازی سویه‌های مایکوریزا از ریشه شورزی‌هایی که در مناطق خشک و کویری کشور رشد می‌کنند، توسط پژوهشکده بیوتکنولوژی قشم انجام یافته که نتایج در جدول ۳-۲۲ ارائه شده است (۲۲). در این رابطه، پژوهشی با میکوریزای Arbuscular، که یک قارچ همزیست در خاک بوده و در خاک‌های شور به وفور یافته می‌شود، و گیاه نی (*Phragmites australis*) انجام گرفته است (۳۰). نتایج این تحقیق با شوری آب صفر تا ۳۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم (حدود ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر)، نشان داد که هر چند رشد ریشه و اندام هوایی گیاه با افزایش شوری کاهش می‌یابد، لیکن،

گیاهان تلقیح شده، به ویژه در شوری‌های بالا (۳۰-۲۰ دسی‌زیمنس بر متر)، رشد ریشه و ساقه بسیار زیادتری نسبت به گیاهان معمولی داشته‌اند. میـزان کلروفیـل در گیاهـان تلقیح شده نیز بیشتر از گیاهان معمولی بوده است (۳۰). همزیستی قـارچ میکـوریزا نـه تنها اثرات مثبتی بر جذب عناصر غذایی و چرخه این عناصر در خاک دارد، بلکه ترکیب جمعیت باکتری‌ها را نیز بهبود می‌بخشد (۷۷). از این رو، به نظر می‌رسد کـه ایـن نـوع قارچ‌ها، علاوه بر اثرات مستقیم بر رشد گیاه، به طور غیرمـستقیم نیـز بـا اثرگـذاری بـر جمعیت باکتری‌های همزیست با گیاه، بر رشد آن تأثیرات مثبتی دارد. اثرات مثبت قارچ میکـوریزا (*Arbuscular mycorrhizal*) بـر جمعیـت بـاکتری‌هـا در شـرایط شـور (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) نیز گزارش شده است (۳۶).

جدول ۳-۲۲- مناطق جمع‌آوری اکتومایکوریزا و درصد آلودگی ریشه گیاهان میزبان (۲۲)

گیاه میزبان	محل جمع‌آوری	تعداد اسپوردر هر گرم خاک اطراف ریشه	درصد ریشه‌های آلوده به قارچ
قیچ	اطراف سمنان	۳۸۹	٤۰
قیچ	اطراف شاهرود	۵۸۲	٤۵
قیچ	اطراف شاهرود	۳۲۹	۳۵
تاغ	اطراف سمنان	٦۲۵	۵۰
تاغ	مناطق کویری سمنان	۸۷۸	۱۵
سالیکورنیا	اطراف سمنان	۳٤۰	۲۰
سالیکورنیا	شیراز (مهارلو)	۱۳۲۰	٦۰
سالیکورنیا	طبس	۳٦۹	۲۰
اکالیپتوس	گرگان	۱۳۲۰	۳۰
سالسولا	جزیره قشم	-	-
سالسولا	جزیره قشم	-	-
اکالیپتوس	جزیره قشم	۱۲۱۰	٦۰
اکالیپتوس	جزیره قشم	۱۳٤۲	٦۰

از باکتری‌های محرک رشد برای افزایش عملکرد محصول در مزارع شورزی می‌توان استفاده مطلوبی نمود. نتایج تحقیقات اثرات مثبت آنها را بر رشد گیاهان شورزی در شرایط شوری بالا نشان داده است. تأثیر دو کود زیستی، یکی حاوی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن و دیگری حاوی باکتری حل‌کننده ترکیبات فسفر، بر رشد کالرگراس (*Leptochloa fusca*)، تحت شرایط آبیاری با نسبت‌های ۵۰/۰ - ۱۲/۵ درصد آب دریا (۲۳/۶-۹ دسی‌زیمنس بر متر) بررسی گردید (۱۰۲). کود زیستی نیتروژن حاوی سویه *Azospirilum* spp. و کود زیستی فسفر حاوی باکتری *Bacillus megaterium* بود، که با خاک گلدان مخلوط شدند. این آزمایش گلخانه‌ای به مدت ۲ سال در گلدان (۴۰ × ۴۰ سانتی‌متر) انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر رشد و عملکرد گیاه کالرگراس، به ویژه در شوری‌های زیاد، دارند. همچنین، کاربرد توأم هر دو باکتری تأثیر بیشتری نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی داشته است. میزان کلروفیل و پروتئین خام در گیاهان تلقیح شده به طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان معمولی (شاهد) بود. طبق این نتایج، این باکتری‌ها در افزایش سازگاری گیاه علوفه‌ای کالرگراس با شرایط تنش و تحمل به شوری آن بسیار مؤثر می‌باشند (۱۰۲).

گزارش شده است که نهال‌های مانگرو (حرا) رشد بهتری پس از تلقیح با باکتری *Microcoleus chthonoplastes* داشته‌اند (۱۰۳). این باکتری از جمله باکتری‌های محرک رشد محسوب می‌شود. تلقیح دو باکتری خاکزی متحمل به شوری *Azospirillum haloparaeferens* و *A. brasilense* با نهال مانگرو به مدت ۸ روز در شرایط شوری آب دریا باعث ایجاد کلنی‌های فراوانی در سطح ریشه گیاه گردید (۳۸). هر دو سویهٔ باکتری به مدت ۳۰ روز در شوری آب دریا ادامه حیات داشته‌اند. چند گونه آبزی از باکتری‌های محرک رشد (تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده ترکیبات فسفر) نیز از ریشه‌های نهال‌های مانگرو جداسازی و شناسایی شده است (۱۰۶). گونه‌های شورزی (خاکزی یا آبزی) *Phyllobacterium* spp. (تثبیت‌کننده نیتروژن)، *Bacillus licheniformis* (حل‌کننده ترکیبات فسفر)، *Vibrio aestuarianus* و *V. proteolyticus* نیز اثرات مثبت بر رشد گیاهان شورزی مانگرو و سالیکورنیا داشته‌اند (۳۸). شناسایی میکروارگانیسم‌های متحمل به شوری و کاربرد آن برای افزایش رشد و عملکرد گیاه در

شرایط شوری، چه گیاهان زراعی رایج و چه گیاهان شورزی، می‌توانند از زمینه‌های جالب توجه تحقیقاتی در مباحث شوری و میکروبیولوژی خاک در کشور باشد. با توجه به گستردگی محیطهای شور و زیرساختهای مناسب تحقیقاتی، توانمندی تهیه و ارائه کودهای میکروبی با کاربرد ویژه در شرایط تنش شوری در کشور زیاد است.

شناسایی باکتری‌های خاکزی در جزیره قشم به منظور تولید پلیمرهای میکروبی جاذب آب، از سال ۱۳۷۳ آغاز شد، که منجر به تولید آن در مقیاس آزمایشی گردید (۲۲). این پلیمر میکروبی سوپر جاذب در شرایط آب شور و غیرشور آزمون شده و قادر است نه تنها بین ۷۰۰-۵۵۰ برابر وزن خود آب جذب کند، بلکه آب را به مدت یک ماه و تا حرارت ۷۵ درجه سلسیوس در خود نگهداری می‌نماید. نتایج بررسی‌های این سوپر جاذب در چند نقطه از جزیره قشم نشان داد که کاربرد آن موجب سه برابر شدن رشد گیاهان و کاهش میزان شوری خاک در محل کاربرد به یک سوم مقدار اولیه می‌گردد (۲۲). تأثیر کاربرد کود بیولوژیک (از منبع جلبک)، پلیمر میکروبی سوپر جاذب و میکوریزا بر رشد گیاه جو در شرایط مزرعه‌ای و آبیاری با آب لب شور (۱۰ گرم بر لیتر) و آب دریا (۳۷ گرم بر لیتر) در جزیره قشم مورد بررسی قرار گرفت (۲۲). برخی از نتایج حاصله در جدول ۳-۲۳ خلاصه گردیده است. این نتایج تأثیر مثبت مایکوریزا را در شرایط شوری بسیار زیاد نشان می‌دهد. یادآوری می‌شود که هر سه فرآورده تولید پژوهشکده بیوتکنولوژی قشم و از منابع داخلی بوده است.

جدول ۳-۲۳- تأثیر تیمارهای مختلف بر رشد گیاه جو در شرایط آبیاری با آب لب شور (۱۰ گرم بر لیتر) و شور (۳۷ گرم بر لیتر) (۲۲)

تیمار	تعداد خوشه		وزن هزاردانه (گرم)		وزن کل بوته (گرم)	
	آب لب شور	آب شور	آب لب شور	آب شور	آب لب شور	آب شور
شاهد	۱۵/٦٦	۳	۳٦/۱٤	۲۵/۱	۳۲/۰٦	۱۲/۸۱
میکوریزا	۱۵/۳۳	٤	۳۷/۲۵	۳۷/۱	۳۷/٦۰	۲۱/۹۳
پلیمر میکروبی	۱۲/۳	۲	۳۳/٦۰	۱٦/٦	۳۰/٦۲	۱۱/۷۷
کود بیولوژیک	۱۵/۰	٤	۳٦/۳۹	۲۷/۵	۳٤/۲۹	۱۵/۹۳

۳-۳-۲- انرژی

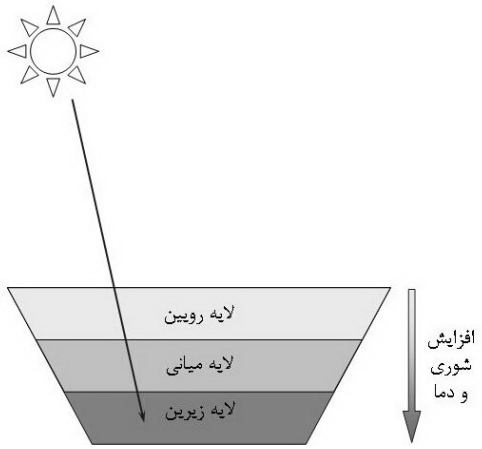
گزارشهای شرکت نفتی شل در مورد وضعیت انرژی تا سال ۲۰۵۰، پیش‌بینی می‌نماید که ۲۰ درصد از نیاز انرژی جهان توسط زیست توده‌ها تأمین خواهد شد (۱۰۵). این شرکت در حال حاضر دارای فن‌آوری تبدیل مستقیم زیست توده‌ها به نفت می‌باشد. گیاهان شورزی قادر به تولید زیست توده فراوان با نهاده‌های ارزان قیمت می‌باشند، که در نتیجه، آنها را تبدیل به یک منبع زیست توده ارزان قیمت می‌نماید. این زیست توده‌ها در تولید بیوگاز[1] نیز کاربرد بسیار خوبی دارند.

حوضچه‌های خورشیدی، در دو دهه اخیر، به عنوان یکی از راهکارهای تولید انرژی تجدیدپذیر مورد توجه قرار گرفته است. در این روش، با استفاده از شیب (گرادیان) غلظت نمک در آب حوضچه، انرژی خورشیدی ذخیره و به مصرف می‌رسد. استخر خورشیدی (حوضچه خورشیدی) محیطی از آب شور است که انرژی خورشیدی را جذب و نگهداری می‌نماید. در یک استخر معمولی، آبی که توسط نور خورشید گرم می‌شود، به دلیل کاهش چگالی، به سطح آب حرکت کرده، و سرانجام تبخیر می‌شود. بنابراین، انرژی خورشیدی از طریق تبخیر آب از دست می‌رود. هدف از ایجاد استخرهای خورشیدی متوقف ساختن انتقال حرارت موجود در آب و ذخیره آن است. این استخرها به طور معمول، دارای سه لایه با شوری‌های متفاوت هستند (شکل ۳-۱). به عبارت دیگر، نوعی شیب غلظت نمک در استخر برقرار می‌گردد. لایه زیرین انرژی خورشیدی را جذب و ذخیره می‌سازد. از آنجا که آب شور چگالی زیادی دارد، با گرم شدن، چگالی آن آنقدر کاهش نمی‌یابد که به سطح آب حرکت نماید. در نتیجه، انرژی جذب شده خورشیدی، در آن به صورت گرما باقی می‌ماند. البته هر سه لایه مقداری از انرژی خورشیدی را در خود جمع می‌نماید، ولی لایه زیرین بیشترین مقدار را در خود ذخیره می‌کند، به طوری که دمای آن به ۱۰۰ درجه سلسیوس نیز می‌رسد (۸۹). در طول فصل زمستان، دمای لایه زیرین در حدود ۳۰ درجه سلسیوس باقی می‌ماند، که برای گرمایش اماکن می‌تواند کاربرد داشته باشد. در برخی از پروژه‌های استخر خورشیدی، انرژی برق نیز تولید می‌شود. در اینجا از جهت فنی بیش از این به آن پرداخته نخواهد

1- Biogas

شد، بلکه هدف اشاره به فرصتهای بهره‌برداری از آب‌های شور برای مصارف مختلف، مانند انرژی، بوده‌است.

از حوضچه‌های خورشیدی برای تولید انرژی حرارتی و برق بهره‌برداری شده است. در کشور آمریکا (ال پاسو، ایالت تگزاس) در سال ۱۹۸۶ میلادی یک حوضچه خورشیدی با مساحت ۳۳۵۰ متر مربع احداث شد که ۳۰۰ کیلووات برق (برای استفاده صنعتی) و ۱۶۰۰۰ لیتر در روز آب شیرین تولید نمود (۸۸). در کشور استرالیا (پیرامید هیل، ویکتوریا) نیز حوضچه‌ای با مساحت ۳۰۰۰ مترمربع احداث شده است، که از انرژی حرارتی آن در کارخانه تجاری استحصال نمک استفاده گردید، و در آینده برای آبزی‌پروری و کارخانه آب شیرین‌کن نیز از آن استفاده خواهد شد (۸۸). تولید برق در مرحله بعدی این پروژه قرار دارد.



شکل ۳-۱- تصویر کلی یک استخر خورشیدی (۸۸)

۳-۳-۳- تهیه آب شیرین از آب‌های شور

تبدیل آب‌های شور به آب شیرین با روش‌های مختلف و برای کاربردهای متنوع اقتصادی و یا اجتماعی، از دیگر مصارف منابع آب‌های شور است. از دیدگاهی دیگر، آب شیرین به عنوان فرآورده‌ای مفید و با ارزش، چه از نظر اقتصادی و چه از جهت اجتماعی، قابل توجه می‌باشد. استحصال آب شیرین از آب شور، در برخی از مناطق

خشک و نیمه‌خشک کشور، برای تهیه منابع آب سالم و شرب دارای توجیه اجتماعی است. در برخی موارد، این روش ممکن است ارزانتر از انتقال آب از سایر نواحی به مناطق کم آب باشد. ظرفیت واحدهای تهیه آب شیرین از آب‌های شور بر اساس میزان آب مورد نیاز برای مصارف خانگی یا شهری و یا واحدهای صنعتی و کشاورزی می‌باشد. با توجه به محدودیت منابع آب شیرین در برخی از نقاط کشور، ممکن است در زمان حال و یا در آینده، به غیر از کشاورزی، برای مصارف شرب نیز کشور نیازمند استفاده از این منابع عظیم و موجود آب گردد. بنابراین، شایسته است که جامعه محققین و نهادهای تحقیقاتی کشور، بنابه فراخور تخصص و محدوده‌های کاری خود، مسئله تأمین آب شیرین از آب‌های شور را مورد توجه بیشتری قرار دهند.

روش‌های مختلفی برای تهیه آب شیرین از آب‌های شور ابداع و اجرا گردیده است. کارآیی و مصرف انرژی واحدهای تولید آب شیرین، به ظرفیت تولید و روش به کار گرفته شده بستگی دارد. روش‌های پیشرفته، به طور یقین، به دلیل پیچیدگی فن‌آوری به کار گرفته شده در آنها، هزینه‌های بالاتری دارند. از اواسط دهه ۱۹۹۰ میلادی، با پیشرفت علم نانوتکنولوژی، افق جدیدی در علم شوری‌زدایی از آب (آب شیرین‌کن‌ها) ایجاد شده است. فن‌آوری CDT[1] و غشاهای آب شیرین‌کن نانو در این راستا ابداع گردیده است. با توجه به پیشرفت علم نانوتکنولوژی در کشور، تحقیقات در این زمینه از مهمترین کاربردهای علم نانوتکنولوژی در بخش کشاورزی و تأمین آب کشور محسوب می‌شود.

فرآیند شوری‌زدایی آب نیازمند انرژی فراوانی است. برآورد شده که تولید ۳۶۵۰۰۰ متر مکعب آب شیرین در سال (۱۰۰۰ متر مکعب در روز) نیازمند مصرف ۱۰۰۰۰ تن نفت در سال است (۶۷). انرژی خورشیدی فراوان‌ترین و ارزان‌ترین منبع تأمین انرژی برای شیرین کردن آب‌های شور و آب دریا است. از آنجا که این نوشتار مرتبط با کشاورزی است، سعی می‌شود تا کاربرد شوری‌زدایی از آب‌های شور و آب دریا در همین زمینه مورد بحث قرار گیرد. فرآورده‌های فرآیند شوری‌زدایی از آب‌های شور و آب دریا دو کالای اقتصادی آب شیرین و شورابه می‌باشند، که می‌توان از هر دو آنها بهره‌برداری اقتصادی نمود. شورابه را می‌توان یا به مصرف تولید برخی از آبزیان بسیار متحمل به

1- Capacitive Deionization Technology

شوری، مانند آرتمیا و یا برخی از میکروجلبکها، رسانید و یا انواع نمک‌ها را از آن استحصال نمود. نمک‌های دریایی در فروشگاه‌هایی که مواد غذایی ارگانیک و طبیعی عرضه می‌دارند، به ویژه در کشورهای توسعه یافته، بازار مناسبی دارد.

غشاهای آسمز معکوس[1]، که در تهیه آب شیرین از آب‌های شور به کار گرفته می‌شوند، با سیستمهای زیرزمینی آبیاری قطره‌ای ترکیب شده است (۱۰۴). این سیستم در دانشگاه سیدنی (کشور استرالیا) طراحی و به ثبت رسیده است. در این سیستم، ریشه گیاه به اندازه کافی گرادیان فشار ایجاد می‌نماید تا آب شیرین را از آب‌های بسیار شور جذب نماید، و در لذا، مصرف انرژی زیاد را که به طور معمول در فرآیندهای شوری‌زدایی مورد نیاز است، به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد.

گلخانه‌هایی طراحی شده است که با استفاده از انرژی خورشیدی، آب شور دریا را شیرین و به مصرف تولید گیاهان گلخانه‌ای می‌رساند (۱۰۰). اخیراً فن‌آوری‌های مختلف شوری‌زدایی خورشیدی از آب‌های شور تشریح شده است (۹۰). تلفیق آب شیرین‌کن‌های خورشیدی با تولید محصولات گلخانه‌ای از دهه ۱۹۷۰ میلادی مورد توجه قرار گرفته است. نمونه‌های اولیه، به تدریج تکامل یافته، و اینک در کشورهای هلند، اسپانیا و حاشیه خلیج فارس مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. بیشتر مطالعات انجام یافته در مورد این گلخانه‌ها، در زمینه سیستم‌های کوچک با ظرفیت کمتر از ۲۵ مترمکعب آب شیرین در روز، و با هدف کاربرد در مناطق محروم و دور از شهرها بوده است. تلفیق شوری‌زدایی خورشیدی با گلخانه، فرصت مناسبی برای توسعه سیستم‌های کشت با مقیاس کوچک را در مناطقی که منابع آب شیرین کمیاب و آب‌های شور به وفور موجود باشد، ایجاد می‌نماید. شرایط محیطی در این نوع گلخانه‌ها طوری طراحی می‌شود که تبخیر-تعرق گیاه را به حداقل می‌رساند، و همزمان به اندازه کافی از طریق آب شیرین‌کن خورشیدی، آب مورد نیاز برای آبیاری محصول را، که به طور معمول به صورت قطره‌ای است، تولید می‌نمایند. آب شیرین تولید شده را، بسته به میزان تحمل به شوری گیاه مورد نظر و حجم آب مورد نیاز، می‌توان با آب شور به صورت اختلاط یا دوره‌ای نیز مصرف کرد. نمونه‌های پیشرفته این نوع گلخانه‌ها طراحی و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند (۴۴ و ۴۸).

1- Reverse Osmosis

۳-۳-۴- استحصال مواد معدنی و نمک از آب‌های شور

استحصال انواع نمک‌های صنعتی، علاوه بر رویه جاری استحصال نمک خوراکی از جمله استفاده‌های مفید و اقتصادی از منابع آب‌های شور است. نمک‌های معدنی باارزش دیگری نیز در آب‌های شور وجود دارند که قابلیت بهره‌برداری اقتصادی را دارند. برخی از این نمک‌ها عبارت از انواع نمک‌های سدیم (مانند Na_2SO_4)، منیزیم (مانند MgCl و $MgSO_4$)، پتاسیم (KCl)، کلسیم (مانند $CaCl_2$) و نمک‌های دیگر (مانند بورات، ید و بُر) می‌باشند. بسته به نوع نمک، این مواد در طیف متنوعی از صنایع مانند فلزات، خوراک دام، کودهای کشاورزی، اصلاح خاک، بهداشتی، غذایی و آزمایشگاهی کاربرد دارند. امکان تلفیق این صنعت با فعالیت‌های حوضچه‌های خورشیدی و شیرین کردن آب از آب‌های شور نیز وجود دارد، که در این صورت منجر به بهره‌وری بیشتر از منابع آب شور نیز می‌گردد.

۳-۴- فهرست منابع

۱- آق، ن. و نوری. ۱۳۸۰. نقش آرتمیا در شکوفایی اقتصادی آذربایجان غربی. طرح تحقیقاتی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان غربی.

۲- اسدپور، ی.، س.ع. شجاع‌الساداتی، م.ر. کلباسی و ا. خسروشاهی. ۱۳۸۱. استحصال کیتین و تولید کیتوزان از پوسته سیست آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*). مجله علوم دریایی ایران، شماره ۲، ص ۷-۱.

۳- اسدپور، ی.، س.ع. شجاع‌الساداتی، م.ر. کلباسی و ا. خسروشاهی. ۱۳۸۲. ارزیابی کیفیت کیتین و کیتوزان استخراج شده از پوسته سیست آرتمیا اورمیانا و مقایسه آنها با دو نوع دیگر از پوسته میگو و خرچنگ. علوم و تکنولوژی پلیمر، سال ۱۶، شماره ۲، پیاپی ۶۴.

۴- اسکندری، آ. ۱۳۸۰. بررسی کاربولوژی آرتمیا اورمیانا. پایان‌نامه دوره دکتری دامپزشکی.

۵- اکبرپور، م. ۱۳۸۴. ارزش غذایی آرتمیا در تکثیر و پرورش ماهی و میگو. ماهنامه

خوشه، شماره ۱۳، ص ۳۳-۳۰.

۶- امامی میبدی، م.ع.، ع. نیکخواه و م.ع. کردی یزدی. ۱۳۷۴. تعیین ضرایب هضمی دو گونه آتریپلکس به روش *invitro* با استفاده از گوسفند و بز. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان یزد، یزد، ۱۵ صفحه.

۷- امتحانی، م.ح. ۱۳۸۴. خطر انقراض گونه‌های جنگلی در سواحل خلیج فارس و دریای عمان و بحران فزاینده بیابان‌زایی. جنگل و مرتع. شماره ۶۶، ص ۸۳-۸۱.

۸- بیطرف، ا.، م.ع. امامی میبدی، ح. ابرقوئی، ع. غلامعلیپور و ح. منتظری. ۱۳۷۳. بررسی ارزش غذایی دو گونه آتریپلکس (کانسنس و لنتی‌فورمیس) در رشد و افزایش وزن شتر، بز و گوسفند به عنوان بخشی از علوفه خشبی جیره. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان یزد، یزد، ۸۴ صفحه.

۹- بی‌نام. ۱۳۸۵. پژوهش تازه محققان ایرانی بر روی آرتمیا. روزنامه ایران، شماره ۳۵۰۱. www.magiran.com/npviw.asp?ID=1266811

۱۰- حکیمی میبدی، م. ح.، ن. صفاییان، م. شکری، و م. ج. محمدی. ۱۳۸۳. بررسی فرآورده‌های فرعی مراتع استان یزد. جنگل و مرتع. شماره ۶۳، ص ۹۹-۹۰.

۱۱- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ الف. مطالعات امکان‌سنجی برای گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان گلستان). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۱۲- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ ب. مطالعات امکان‌سنجی برای گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان یزد). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۱۳- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ ج. مطالعات امکان‌سنجی برای گسترش نتایج

پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان خوزستان). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۱۴- رنجبر، ا. ۱۳۷۰. بررسی ارزش غذایی دو گونه آتریپلکس کانسنس و لنتی‌فورمیس در مراحل مختلف فنولوژی در منطقه شهرستان قم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران.

۱۵- سند برنامه پنجساله چهارم توسعه زیربخش شیلات و آبزیان (۱۳۸۸-۱۳۸۴). معاونت اداری و برنامه‌ریزی، دفتر طرح و توسعه، سازمان شیلات ایران، تهران.

۱۶- ضیایی طبری، ح. ۱۳۸۷. تحلیلی بر ویژگیهای چوب صنوبر در ساخت تخته خرده چوب در مقایسه با گونه‌های دیگر. مجموعه مقالات دومین همایش ملی صنوبر و اهمیت آن در برداشت چوب، ۱۸-۱۶ اردیبهشت ۱۳۸۷، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.

۱۷- کاشکی، و.، ح. توکلی، ع. ناصریان و ع. کوچکی. ۱۳۸۰. تعیین قابلیت هضم هفت گونه آتریپلکس به روش *invivo* در گوسفند. چکیده مقالات سومین سمینار پژوهشی تغذیه دام و طیور کشور، تهران.

۱۸- کردوانی، پ. ۱۳۸۴. آزولا بلا و ویران‌کننده نیست بلکه مفید و آبادکننده است. برزگر، شماره ۹۴۸، ص ۲۷-۲۲.

۱۹- محمدی، ع. ۱۳۸۵. آرتمیا طلای زنده دریاچه ارومیه. http://azeconomy.blogfa.com/post-449.aspx

۲۰- مداح عارفی، ح. ۱۳۸۲. نگاهی به توان بالقوه منابع طبیعی در تولید روغن‌های خوراکی، دارویی، صنعتی و بهداشتی. جنگل و مرتع. شماره ۶۱، ص ۴۶-۳۶.

۲۱- مشتاقیان، م.ب. و م. اسماعیلی. ۱۳۷۶. بررسی اثرات نوع و میزان شوری بر جوانه‌زنی و رشد نونهال پروونـاس‌های قره‌داغ (*Nitraria schoberi* L). مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳۵، صفحات ۴۸-۴۴.

۲۲- معظمی، ن. ۱۳۸۲. چکیده طرح کاشت دانه‌های روغنی با آب دریا. پژوهشکده بیوتکنولوژی، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران.

۲۳- موسسه اطلاعات و پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. ۱۳۸۱. گزارش هم‌اندیشی آب و کشاورزی. شماره محور ۲۸. موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، تهران، ایران.

۲۴- نیکخواه، ع. و ش. چگینی. ۱۳۷۵. تعیین ارزش غذایی دو گونه گیاه آتریپلکس به روش بیولوژیک. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، کرمان، ص ۴۷۸-۴۷۲.

۲۵- هاشمی‌نیا، م.، ع. کوچکی و ن. قهرمان. ۱۳۷۶. بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. (ترجمه و تدوین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.

۲۶- یزدانی، ن.، ع. کشاورز، ا. شهیدی، ب. صدری، ح. پوردوانی، ا. ع. عطاری، م. محسنین، ش. شکاری، و ا. بیضایی. ۱۳۸۲. طرح تامین منابع روغن نباتی کشور. وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران.

27- Abouheif, M.A., M. Al-Saiady, M. Kraidees, A. Tag Eldin and H. Metwally. 2000. Influence of inclusion of Salicornia biomass in diets for rams on digestion and mineral balance. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 13:967-973.

28- Abrol, I.P. and P.K. Joshi. 1984. Economic viability of reclamation of alkali lands with special reference to agriculture and forestry. Proceedings of Seminar on Economics of Wasteland Development, New Delhi, India, pp. 19-30.

29- Abu-Zanat, M.M.W. and M.J. Tabbaa. 2006. Effect of feeding Atriplex browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. Small Rumin. Res., 64:152-161.

30- Al-Garni, SMS. 2006. Increasing NaCl - salt tolerance of a halophytic plant *Phragmites australis* by mycorrhizal symbiosis. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci., 1(2):119-126.

31- Al-Owaimer, A.N. 2000. Effect of dietary halophyte *Salicornia bigelovii Torr* on carcass characteristics, minerals, fatty acids and amino acids profile of camel meat. J. Appl. Anim. Res., 18:185-192.

32- Al-Shorepy, S.A., G.A. Alhadrami and A.J. Dakheel. 2005. Effect of feeding saltbush (*Atriplex sp.*) and *Sporobolus* grass hay on growth of indigenous goats. The Seventh Annual U.A.E. University Research Conference.

http://sra.uaeu.ac.ae/Conference_7/Proceedings/pdf/Food/CFS_11.pdf

33- Al-Shorepy, S.A., G.A. Alhadrami and A.J. Dakheel. 2004. Growth performance and body composition of indigenous sheep fed *Sporobolus* grass hay. The Sixth Annual U.A.E. University Research Conference, CIT-44.
http://sra.uaeu.ac.ae/Conference_6/Proceedings/PDF/Food/CFS_7.pdf.

34- Anonymous. Undated. Seaweed Extracts: Plant Growth Stimulants. http://www.davidgray.com.au/files/SM6%20Seaweed%20Handbook.pdf

35- Anwar, F., A.I. Hussain, M. Ashraf, A. Jamail and S. Iqbal. 2006. Effect of salinity on yield and quality of *Moringa oleifera* seed oil. Grasas y Aceites, 57 (4):394-401.

36- Asghari, H.R., P. Marschner, S.E. Smith and F.A. Smith. 2005. Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity. Plant and Soil, 273:245-256.

37- Attia-Ismail, S.A. 2005. Factors limiting and methods of improving nutritive and feeding values of halophytes in arid, semi arid and coastal areas. International Conference on Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance, Mugla, Turkey, 9-14 Jan., 2005, pp. 91-99.

38- Bashan, Y., M. Moreno, M.E. Puente, G. Holguin, P. Vazquez, E. Troyo and B.R. Glick. 2000. Inoculation of marine plants with marine plant growth promoting bacteria and halotolerant *Azospirillum* - A novel approach of employing PGPBs for environmental use and seawater agriculture. *In* Proceedings of the 5th International Growth-Promoting Rhizobacteria Conference.

39- Bassiri, A. 1977. Identification and plymorphism of cultivars and wild ecotypes of safflower based on isozyme patterns. Euphytica, 26(3):709-719.

40- Benjamin, R.W., E. Oren, E. Katz and K. Becker. 1992. The apparent digestibility of *Atriplex barclayana* and its effect on nitrogen balance in sheep. Anim. Prod. 54:259-264.

41- BOSTID. 1990. Saline Agriculture: Salt-tolerant plants for developing countries. Report of a Panel of the Board on Science and Technology for International Development, National Research Council.

42- Brown, J.J. and E.P. Glenn. 1999. Reuse of highly saline aquaculture effluent to irrigate a potential forage halophyte, *Suaeda esteroa*. Aquacultural Engineering, 20(2):91-111.

43- Brown, J.J., E.P. Glenn, K.M. Fitzsimmons and S.E. Smith. 1999. Halophytes for the treatment of saline aquaculture effluent. Aquaculture, 175(3-4):255-268.

44- Chaibi, M. 2003. Greenhouse systems with integrated water desalination for arid areas based on solar energy. Doctoral Thesis, Swedish Univ. of Agricultural Sciences, Alnarp. Online: http://diss-epsilon.slu.se/archive/00000263/01/Correct-summary.pdf

45- Charruf, Z. and D. Guillaume. 1998. Ethnoeconomical, ethnomedical, and phytochemical study of *Argania spinosa* (L.) Skeels: A review. J. Ethnopharmacology. Nov. Issue, p. 1-9.

46- Cherif, A., D. Ben Miled, B. Marzouk, A. Smaoui and M. Zarrouk (Eds.). 1992. Metabolism, Structure and Utilization of Plant Lipids. CNP, Tunisia, pp. 341-343.

47- Chriyaa, A., K.J. Moore and S.S. Waller. 1997. Intake, digestion and nitrogen balance of sheep fed shrub foliage and medic pods as a supplement to wheat straw. Anim. Feed Sci. Technol., 65:183-196.

48- Davies, P. and C. Paton. 2005. The Seawater Greenhouse in the United Arab Emirates: thermal modeling and evaluation of design option. Desalination, 173(2):103-111.

49- Declercq, D.R. and J.K. Daun. 1998. Quality of 1997 Ontario Canola. Final Report, Canadian Grain Commission, Grain Research Laboratory, Winnipeg, Manitoba, Canada.

50- Eggleton, M., W. Zegada-Lizzarazu, J. Ephrath and P. Berliner. 2007. The effect of brackish water irrigation on the above- and below-ground development of pollarded *Acacia saligna* shrubs in an arid environment. Plant Soil, 299:141-152.

51- Evans, P. 1995. Developing pasture legumes for waterlogged/salt affected areas in medium rainfall zones of Western Australia. Final Project Report DAW164 (International Wool Secretariat).

52- FAO-Animal Feed Resources Information System. Undated. *Argania spinosa*. Available online: http://www.fao.org/Ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/Data/490.htm

53- Farid, M.F.A. 1989. Water and minerals problems of the dromedary camel (an overview). CIHEAM - Options Mediterraneennes (2):111-124.

54- Fenton, M.L., N.J. Edwards, J.D. Mcfarlane, A.D. Craig, E.A. Abraham and J.E. Hocking Edwards. 2004. Urea applied to puccinellia pastures

increases sheep production. Anim. Prod. Aust., 25:241.

55- Gallagher, J.L. 1985. Halophytic crops for cultivation at sea water salinity. Plant Soil, 89:323-336.

56- Ghars, M.A., A. Debez, A. Smaoui, M. Zarrouk, C. Grignon and C. Abdelly. 2005. Variability of fruit and seed oil characteristics in Tunisian accessions of the halophyte *Cakile maritima* (Brassicaceae). *In* M.A. Khan and D.J. Weber (Eds.) Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants. Springer, The Netherlands, pp. 55-67.

57- Glenn E.P., W.E. Coates, J.J. Riley, R.O. Kuel and R.S. Swingle. 1992. *Salicornia bigelovii* Torr.: a seawater-irrigated forage for goats. Anim. Feed Sci. Technol., 40:21-30.

58- Glenn, E.P., J.J. Brown and J.W. O'Leary. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, August:76-81.

59- Glenn, E.P., J.W. O'Leary, M.C. Watson, T.L. Thompson and R.O. Kuehl. 1991. *Salicornia bigelovii* Torr.: An oilseed halophyte for seawater irrigation. Science, 251:1065-1067.

60- Guiry, M. 2001a. What is Seaweed? http://seaweed.ucg.ie/whatisseaweed.html

61- Guiry, M. 2001b. Liquid Seaweed Extracts. http://seaweed.ucg.ie/SeaweedUsesGeneral/Extracts.html

62- He, Z. C. Ruan, P. Qin, D.M. Seliskar, and J.L. Gallagher. 2003. *Kosteletzkya virginica*, a halophytic species with potential for agroecotechnology in Jiangsu Province, China. Ecological Engineering, 21:271-276.

63- Hemsley, J.A. 1975. Effect of high intake of sodium chloride on the utilization of a protein concentrate by sheep. I. Wool growth. Aust. J. Agric. Res., 26:709-714.

64- Heydari, G. A. Teimouri Yasari and H. Zali. 2006. Inspection of three plant species as an animal forage source in Mazandaran wetland. Pakistan Journal of Nutrition, 5(4):382-386.

65- ICBA. 2004. Learning to live with salt: halophyte grasses for animal feed. Biosalinity News, 5(1):1-2.

66- Jahn, S.A.A., H.A. Musnad and H. Burgstaller. 1986. The tree that purifies water: Cultivating multipurpose *Moringaceae* in the Sudan. Unasylva, Vol. 38, No. 152. www.fao.org/docrep/r7750e/r7750e04.htm.

67- Kalogirou, S. 2005. Seawater desalination using renewable energy sources. Progr. Energy Combus. Scil, 31:242-281.

68- Kandil, H.M., A.O. Sooud, M.F.A. Farid and H.M. El-Shaer. 1985. Effect of drinking saline water on feed utilization and nitrogen and mineral balances in camels. First International Conference on Animal Production in Arid Zones (ICAPAZ), September, 1985, ACSAD, Damascus, Syria.

69- Khan, M.A., R. Ansari, H. Ali, B. Gul and B.L. Nielsen. 2009. *Panicum turgidum*: a potentially sustainable cattle feed alternative to maize in saline areas. Agriculture, Ecosystems & Environment, 129(4): 542-546.

70- Koyro H.W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). Environmental and Experimental Biology. 56:136-146.

71- Kraidees, M.S., M.A. Abouheif, M.Y. Al-Saiady, A. Tag-Eldin and H. Metwally. 1998. The effect of dietary inclusion of halophyte *Salicornia bigelovii* Torr. On growth performance and carcass characteristics of lambs. Anim. Feed Sci. Technol., 76:149-159.

72- Le Houerou, H.N. 1992. The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. Agroforestry Syst., 18:107-148.

73- Lee, G.J., R.P. Graham, D. Alcock and A. Southwell. 2002. Pasture intake and production of Merino weaner sheep grazing pastures growing on saline land in southern NSW. Anim. Prod. Aust., 24:322.

74- Macfarlane, W.V., R.J. Morris and B. Howard. 1956. Water economy of tropical merino sheep. Nature, 178:304-305.

75- Marcum, K. 1994. Salt-tolerance mechanisms of turfgrasses. Golf Course Management, September: 55-59.

76- Markwick, G. 2007. Water requirements for sheep and cattle. PRIMEFACT 326, NSW-DPI, Australia.

77- Marschner, P. and K. Baumann. 2003. Changes in bacterial community structure induced by mycorrhizal colonization in split-root maize. Plant and Soil, 251:279-289.

78- Masters, D.G., A.J. Rintoul, R.A. Dynes, K.L. Pearce and H.C. Norman. 2005. Feed intake and production in sheep fed diets high in sodium and potassium. Aust. J. Agric. Res., 56:427-434.

79- Masters, D.G., H.C. Norman and R.A. Dynes. 2001. Opportunities and limitations for animal production from saline land. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 14:199-211 (Special issue).

80- Masters, D.G., S.E. Benes and H.C. Norman. 2007. Biosaline agriculture for forage and livestock production. Agriculture Ecosystems and Environment 119:234-248.

81- McIntosh, D. and K. Fitzsimmons. 2003. Characterization of effluent from an inland, low-salinity shrimp farm: what contribution could this water make if used for irrigation. Aquacultural Engineering, 27:147-156.

82- Miyamoto, S. 1993. Potentially beneficial uses of inland saline waters in the Southwestern USA. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:407-422, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

83- National Research Council. 2005. Mineral Tolerance of Animals. The National Academies Press, Washington.

84- NSRC. 2006. Production of Halophytes as Forage Crops. Final report of the joint project between National Salinity Research Center (NSRC) and International Center for Biosaline Agriculture (ICBA).

85- O'Leary, J.W., E.P. Glenn and M.C. Watson. 1985. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. Plant and Soil, 89:311-321.

86- Pasternak, D., A. Danon, A. Aronson and R.W. Benjamin. 1985. Developing the seawater agriculture concept. Plant and Soil, 89:337-348.

87- Peabody, E. 2004. Salt-worthy flowers are stunning and sensible. Agricultural Research, August: 4-7.

88- PPK. 2001. Options for the productive use of salinity. National Dryland Salinity Program (www.ndsp.gov.au).

89- Primentel, D., G. Rodrigues, T. Wane, R. Abrams, K. Goldberg, et al. 1994. Renewable Energy: Economic and Environmental Issues. BioScience, Vol., 44 (8).

90- Qiblawey, H.M. and F. Banat. 2008. Solar thermal desalination technologies. Desalination, 220:633-644.

91- Qin, P., X. Min and J. Yunsheng. 1998. *Spartina* green food ecological

engineering. Ecological Engineering. 11:147-156.

92- Qin, P., X. Min, J. Yunsheng and C.H. Chung. 1997. Estimation of the ecological-economic benefits of two *Spartina alterniflora* plantations in North Jiangsu, China. Ecological Engineering, 8:5-17.

93- Qureshi, R.H., S. Nawaz and T. Mahmood. 1993. Performance of selected tree species under saline-sodic field conditions in Pakistan. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:259-269, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

94- Rao, G., A. Nayak, A. Chinchmalatpure, A. Nath and V. Babu. 2004. Growth and yield of *Salvadora persica*, a facultative halophyte grown on saline black soil (Vertic Halplustept). Arid Land Research and Management, 18(1):51-61.

95- Riasi, A., M. Danesh Mesgaran, M.D. Stern and M.J. Ruiz Moreno. 2008. Chemical composition, *in situ* ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. Animal Feed Science and Technology, 141:209-219.

96- Riley, J.J. and M. Abdul. 1993. Preliminary evaluation of *Salicornia* production and utilization in Kuwait. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:319-329, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

97- Saidana, D., M. Ben Halima-Kamel, B. Ben Tiba, D. Haouas, M.A. Mahjoub, Z. Mighri and A.N. Helal. 2005. Bio-insecticidal activities of halophytic plant extracts against *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae). Commun. Agric. Appl. Biol. Sci., 70(4):793-798.

98- Schultz, M. 1996. Management options for reducing the ash content of *Atriplex*. *In* Fourth National Conference on the Productive Use and Rehabilitation of Saline Lands, Albany, Australia, pp. 315-319.

99- Shawket, S.M., H.M. Abou-El-Nasr, M.F.A. Farid and H.M. El-Shaer. 1988. Studies on saline drinking water for camels and sheep. 2- Feed utilization and nitrogen balance. Alexandria Journal of Agricultural Research, 33(3):107-119.

100- Speitel, T., B. Siegel, J. Massey, W. Cade and A. LaRosa. 1976. Seawater agriculture utilizing a solar still greenhouse. Oceans, 8:313-315.

101- Swingle, R.S., E.P. Glenn and V. Squires. 1996. Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. Anim. Feed Sci. Technol., 63:137-148.

102- Tawfik, M.M. A.A. Bahr and A.K.M. Salem. 2006. Response of Kaller grass (*Leptochloa fusca* L.) to biofertilizer inoculation under different levels of seawater irrigation. J. Applied Sciences Research, 2(12):1203-1211.

103- Toledo, G., Y. Bashan and A. Soeldner. 1995. In vitro colonization and increase in nitrogen fixation of seedling roots of black mangrove inoculated by a filamentous cyanobacteria. Canadian Journal of Microbiology, 41:1012-1020.

104- University of New South Wales. 2008 (September 15). Saltwater Solution To Save Crops. *ScienceDaily*. http://www.sciencedaily.com /releases/2008/09/080911103910.htm

105- van Oosten H.J. and J.G. de Wilt. 2000. Bio-production and ecosystem development in saline conditions: Knowledge and innovation challenges. NRLO Report No. 2000/10E, National Council for Agric. Research, Netherlands.

106- Vazquez, P., G. Holguin, M.E. Puente, A. Lopez-Cortes and Y. Bashan. 2000. Phosphate-solubilizing microorganisms associated with the rhizosphere of mangroves growing in a semiarid coastal lagoon. Biol. Fertil. Soils., 30:460-468.

107- Warren, B.E. and T. Casson. 1993. Saltbush quality and sheep performance. *In* N. Davidson and R. Galloway (EDs.) Productive Use of Saline Land, Proceedings No. 42, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp. 71-74.

108- Warren, B.E., C.J. Bunny and E.R. Bryant. 1990. A preliminary examination of the nutritive value of four saltbush (*Atriplex*)species. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 18:424-427.

109- Watson, C.M. and J. O'Leary. 1993. Performance of *Atriplex* species in the San Joaquin Valley, California, under irrigation and with mechanical harvest. Agric. Ecosystems and Environment, 43:255-266.

110- Weber, D.J., B. Gul, M.A. Khan, T. Williams, P. Wayman and S. Warner. 2001. Comparison of vegetable oil from seeds of native halophytic shrubs. *In* E.D. Mc Arthur and D.J. Fairbanks (Eds.) Proceedings of Shrubland Ecosystem Genetics and Biodiversity. RMRS-P-21, USDA Forest Service, Ogden, UT, Rocky Mountain Research Station, USA, pp. 287-290.

111- Weber, D.J., R. Ansari, B. Gul and M.A. Khan. 2007. Potential of halophytes as source of edible oil. J. Arid Environment, 68:315-321.

112- Weiss, E.A. 1983. Oilseed crops. Longman Group Limited, London, UK.

113- Wilson, A.D. and R.D. Graetz. 1980. Cattle and sheep production on an *Atriplex vesicaria* (Saltbush) community. Aust. J. Agric. Res., 31:369-378.

114- Yajun, B., L. Xiaojing and L. Weiqiang. 2003. Primary analysis of four salt tolerant plants growing in Hai-He plain, China. *In* H. Leith and M. Mochtchenko (Eds.) Cash Crop Halophytes: Recent Studies. Kluwar Academic Publishers, London, Great Britain, pp. 135-138.

115- Young, A. 1988. Agroforestry and its potential to contribute to land development. Journal of Biogeography, 15:19-30.

116- Zahran, M.A., M.A. El-Demerdash and I.A. Mashaly. 1993. On the ecology of *Juncus acutus* and *J. rigidus* as fiber producing halophytes in arid regions. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:331-342, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

117- Zarrouk, M., H. El Almi, N. Ben Youssef, N. Sleimi, A. Smaoui, D. Ben Miled and C. Abdelly. 2003. Lipid composition of seeds of local halophytes: *Cakile maritima*, *Zygophyllum album* and *Crithmum maritimum*. *In* H. Leith and M. Mochtchenko (Eds.) Cash Crop Halophytes: Recent Studies. Kluwar Academic Publishers, London, Great Britain, pp. 121-124.

فصل چهارم

مدیریت زراعی در تولید گیاهان شورزی

۴-۱- مقدمه

کشت گیاهان شورزی با کاربرد و اهداف اقتصادی از مهمترین فعالیت‌های شورورزی در زمینه تولید در محیط‌های خاک‌های شور محسوب می‌شود. نکته مهمی که باید در نظر داشت این است که گیاهان شورزی در شورورزی گیاهان زراعی به شمار می‌آیند. بنابراین، همانند سایر گیاهان زراعی در کشاورزی رایج، نیل به عملکرد مطلوب واقتصادی در مقیاس تجاری تولید این گیاهان، مستلزم رعایت مدیریت مناسب زراعی در مراحل مختلف تولید (کاشت، داشت و برداشت) می‌باشد.

شورورزی به منظور تولید اقتصادی گیاهان شورزی در مقایسه با کشاورزی رایج نوپا و در مراحل ابتدائی می‌باشد. به غیر از کشورهای استرالیا، پاکستان و هند که در آنها تولید گیاهان شورزی به عنوان علوفه و چوب مرسوم است، در بقیه کشورها کشت این گیاهان در سطح گسترده، بیشتر توسط دولت و به منظور احیای اراضی حاشیه‌ای و مبارزه با بیابان‌زایی انجام می‌گیرد. البته، تولید سالیکورنیا به منظور مصرف به عنوان سبزی خوراکی در سطح محدودی در کشور عربستان نیز انجام می‌گیرد.

برای آنکه شورورزی مقبولیت مناسب را در نظر کشاورزان پیدا نماید، باید ویژگی‌های خاص خود را داشته باشد. قابل اجرا بودن عملیات مختلف زراعی، از جمله ویژگی‌های مطلوب شورورزی در پذیرش آن توسط کشاورزان است. این ویژگی باعث می‌شود تا کشاورز به راحتی بتواند با عملیات مورد نیاز زراعی در مراحل مختلف تولید ارتباط ذهنی برقرار نماید، و با استفاده از تجربیات قبلی در زمینه کشاورزی رایج، خود را با این نظام نوین تولید هماهنگ و سازگار نماید. در واقع، شورورزی همانند کشاورزی رایج در زمینهای شور است، لیکن، تنها وجه تمایز آن است که گیاه زراعی مورد نظر گیاهی جدید است، که به طور طبیعی با شرایط شوری خاک و آب موجود در محل سازگار است. از این رو، در بسیاری از مواقع کشاورز همان مدیریتی را که در مزارع و باغات رایج

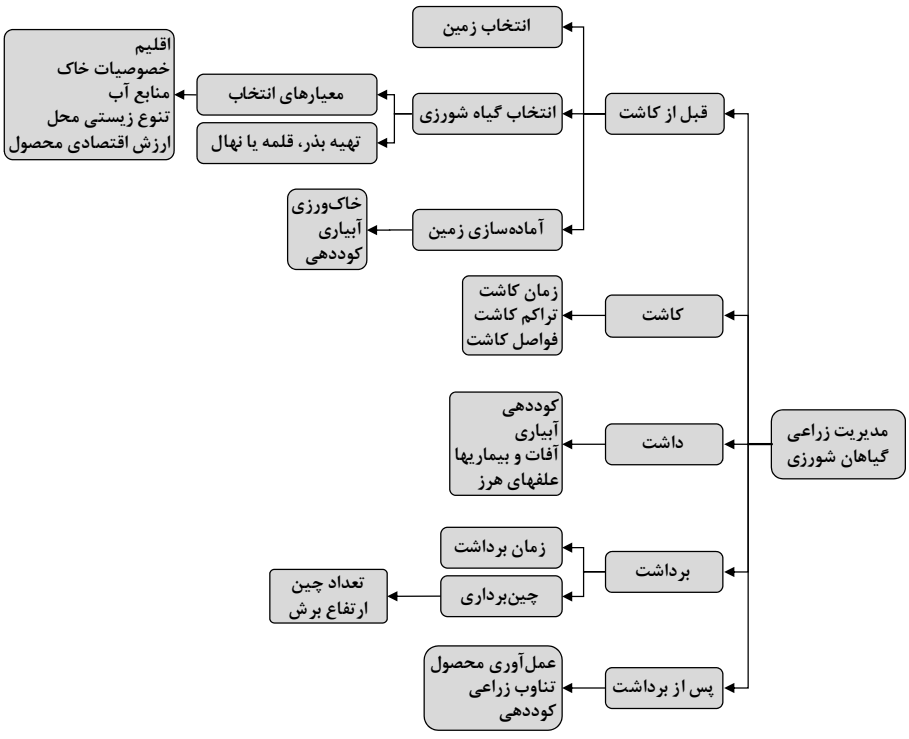
اعمال می‌کند را می‌تواند تا حد زیادی، و بدون نیاز به آموزش‌های پیچیده و طولانی مدت، در مزارع و باغات شورورزی نیز اعمال نماید.

سودآوری عملکرد محصول مهمترین عامل در پذیرش شورورزی توسط کشاورزان و تولیدکنندگان است. از ویژگی‌های شورورزی کم نهاده بودن نظام تولید و تا حد امکان، استفاده از نهاده‌های ارزان قیمت موجود در محل می‌باشد. بنابراین، با کاهش هزینه‌های تولید احتمال افزایش سود خالص بیشتر خواهد بود. این امر از آن جهت حائز اهمیت است که زمینهای شور و شوره‌زارها به طور معمول در مناطق محروم و کم بهره واقع شده‌اند و ساکنین این مناطق از توان مالی بالایی برای سرمایه‌گذاری سنگین در یک فعالیت اقتصادی برخوردار نیستند. همچنین، تولیدات شورورزی باید با کالاهای مشابه حاصل از گیاهان زراعی رایج از حیث کیفیت و قیمت رقابت نمایند، تا جایگاه خود را در بازار تثبیت نمایند. این رقابت در مناطق محروم، که دسترسی کافی و ارزان قیمت به بسیاری از کالاهای حاصل از تولیدات زراعی رایج، مانند چوب و علوفه را ندارند، دشوار نمی‌باشد. به طوری که این کالاها در بسیاری از مناطق بیابانی و شور کشورهای استرالیا و پاکستان جایگاه مطلوبی را پیدا کرده است. جوانب اقتصادی شورورزی در فصل ششم به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است.

با عنایت به مطالب گفته شده، در شرایطی که زراعت این گیاهان به صورت اقتصادی مورد نظر باشد، مدیریت زراعی آنها باید به گونه‌ای باشد که حداکثر تولید از واحد منابع مصرفی را در تولید و زیست‌بوم پایدار داشته باشد. از این رو، باید برای زراعت هر گیاه، عملیات قبل از کاشت، انتخاب گونه‌های مناسب، شرایط مناسب کاشت، مدیریت مناسب داشت، روشهای مناسب برداشت و عمل‌آوری پس از برداشت انجام گیرد و با استفاده از تجارب و نتایج تحقیقات لازم بهترین مدیریت زراعی را در مزارع و باغات گیاهان شورزی برای تولید اقتصادی و پایدار به کار برد. کم هزینه‌ترین و کم نهاده‌ترین روش تولید گیاهان شورزی کشت این گیاهان به صورت دیم است. لیکن، نتایج مطالعات مختلف به طور کلی نشان داده است که عملیاتی مانند کوددهی و آبیاری، به طور قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد این گیاهان، و در نتیجه سوددهی شورورزی، مؤثر می‌باشند. از این رو، برای رشد مطلوب و حداکثر عملکرد اقتصادی گیاهان شورزی، و با در نظر گرفتن جوانب زیست‌محیطی، توصیه می‌شود که عملیات مطلوب زراعی در

مزارع و باغات گیاهان شورزی انجام گیرد.

مدیریت زراعی تولید تجاری و انبوه گیاهان شورزی به طور خلاصه در شکل ۴-۱ ارائه شده است. در اغلب تحقیقات و گزارشات در خصوص گیاهان شورزی به شناسایی گونه-ها، خصوصیات و کاربردهای آنها پرداخته شده است. تحقیقات در زمینه مدیریت زراعی و به‌زراعی آنها با دیدگاه تولید تجاری کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این فصل به نکات مهم و اساسی که باید در زراعت گیاهان شورزی در شورورزی مورد توجه قرار گیرند، پرداخته شده است. مطالب این فصل بر اساس نکات برگرفته از تحقیقات در زمینه تولید گیاهان شورزی، تجربیات شخصی و نظرات کارشناسی برخی از محققین و متخصصین می‌باشد، و تا حد زیادی سعی گردیده تا دو عامل سادگی نسبی عملیات زراعی و کم هزینه بودن تولید گیاهان شورزی در نظر گرفته شود.



شکل ۴-۱- عملیات مطلوب زراعی در تولید تجاری گیاهان شورزی

۴-۲- قبل از کاشت

مهمترین عملیات در این مرحله انتخاب زمین و نوع گیاه شورزی بر اساس معیارهای مناسب و آماده‌سازی زمین می‌باشند.

۴-۲-۱- انتخاب زمین

زمینهای مناسب و مستعد برای تولید اقتصادی گیاهان شورزی به طور عمده اراضی بیابانی ساحلی، اراضی شور داخلی (غیرساحلی) و زمینهای با شوری ثانویه زیاد می‌باشند. ارتفاع بیابان‌های مناطق ساحلی از سطح دریاها و اقیانوس‌ها عامل محدودکننده برای انتقال آب آبیاری به این نواحی است. لیکن، بر پایه تجارب حاصل از مطالعات استفاده از آب دریا برای آبیاری گیاهان شورزی، ارتفاع ۱۰۰ متر از سطح دریا از نظر اقتصادی مطلوب تشخیص داده شده است (۱۶). بدین ترتیب، در حدود نیم میلیون کیلومتر مربع از بیابان‌های حاشیه سواحل دریاهای جهان دارای توانمندی کشت آبی (فاریاب) گیاهان شورزی می‌باشند (۱۶). همچنین، کمی بیش از نیم میلیون کیلومتر مربع از اراضی بیابانی شور داخلی به صورت فاریاب و یک میلیون کیلومتر مربع به صورت دیم در سطح جهان مستعد کشت گیاهان شورزی می‌باشند (۱۶). همه ساله هزاران هکتار از زمینهای فاریاب کشاورزی به دلیل عدم رعایت مدیریت مطلوب آبیاری و شوری ثانویه شدید توانایی تولید گیاهان زراعی رایج را از دست می‌دهند و به صورت غیرزراعی در می‌آیند. از این رو، از این زمینها نیز می‌توان برای تولیدات اقتصادی گیاهان شورزی بهره‌برداری کرد.

آب عامل اساسی در انتخاب زمین می‌باشد. منبع اصلی تأمین آب در اراضی بیابانی ساحلی آب دریاها و اقیانوس‌ها می‌باشد. آب‌های شور زیرزمینی منبع عمده تأمین آب آبیاری در اراضی شور داخلی است. البته، در برخی موارد، آب‌های شور سطحی (دریاچه، رودخانه و چشمه) نیز می‌توانند بدین منظور مورد بهره‌برداری قرار گیرند. همانند کشاورزی رایج، نزدیکی و سهولت دسترسی به منابع آب شور برای عملیات آبیاری عامل بسیار مهمی در انتخاب زمین برای کشت گیاهان شورزی خواهد بود. بدیهی است که در

مزارع و باغات فاریاب گیاهان شورزی، نیاز به ایجاد تأسیسات انتقال آب و تسطیح وجود خواهد داشت. نکته قابل توجه در بهره‌برداری از زمین‌های فاریابی که بـه دلیـل شـوری ثانویه زیاد از حیز انتفاع کشاورزی رایج خارج شده‌اند، ایـن اسـت کـه بخـش زیـادی از سرمایه‌گذاری‌های لازم برای ایجاد و احداث تأسیسات آبرسانی، تسطیح و سایر عملیـات مورد نیاز از قبل انجام شده است (۱۶).

ویژگی‌های زمین مورد نظر برای زراعت گیاهان شورزی باید مـورد بررسـی قـرار گیـرد. آگاهی از بافت و ساختمان خاک، وضعیت زهکشی طبیعی زمین، وجود شرایط مانـدابی در برخی از فصول سال، شوری خاک و عمـق آب زیرزمینـی کمـک مـؤثری بـه اتخـاذ روش‌های مناسب مدیریت مزرعه و انتخـاب گیـاه شـورزی سـازگار بـا شـرایط موجـود می‌نماید. شناسایی محدودیت‌های خاک، به ویژه علل بروز شـوری ثانویـه، بـسیار مهـم می‌باشد. زیرا، همان عوامل و شرایطی که منجر به غیراقتصادی یا غیرممکن شدن کشت گیاهان زراعی رایج گردید، ممکـن اسـت مـشکلات مـشابهی را نیـز در کـشت گیاهـان شورزی ایجاد نماید (۱۶). هرگاه عامل شوری ثانویه زهکشی نامناسب زمین باشد، رونـد شور شدن خاک ادامه خواهد یافت، ولیکن، به دلیل تحمل به شوری قابل توجه گیاهـان شورزی، دوره زمانی غیرزراعی شدن زمین طولانی‌تر خواهد شد. البته نوع گیاه شـورزی نیز در این حالت نقش اساسی ایفا می‌کند. به طور معمول، این قبیل گیاهان چند سـاله و دارای ریشه‌های عمیق می‌باشند که به بهبـود شـرایز زهکـشی داخلـی خـاک کمـک می‌کند. همچنین، نیاز آبی کمتر این گیاهـان در بـسیاری از مـوارد نـسبت بـه گیاهـان کشاورزی رایج و در نتیجه فواصل آبیاری طولانی‌تر، می‌تواند روند بروز شـوری ثانویـه را آهسته‌تر نماید. با توجه به این مطالـب، مـدیریت آب و خـاک اهمیتـی ویـژه در کـشت گیاهان، حتی گیاهان شورزی، در زمینهای با شوری ثانویه دارد.

۴-۲-۲- انتخاب گیاه شورزی

۴-۲-۲-۱- معیارهای انتخاب

معیارهای مهم انتخاب گیاه شورزی برای اهداف تولید تجاری خصوصیات اقلیم و خـاک منطقه، مقدار و کیفیت آب قابل دسترس و ارزش اقتصادی محصول مورد نظر می‌باشند.

اقلیم ناحیه بر تنوع گونه‌های گیاهی موجـود در منطقـه تأثیرگـذار اسـت. در مطالعـات امکان‌سنجی شورورزی در سه استان گلـستان، یـزد و خوزسـتان (۶، ۷ و ۸)، ۷۹ گونـه گیاه شورزی در منطقـه مـورد مطالعـه در شهرسـتان بنـدر تـرکمن (اسـتان گلـستان) شناسایی شد. در حالی که در مناطق مورد مطالعه در کـویر سـیاه کـوه (اسـتان یـزد) و جنوب استان خوزستان، به ترتیب، تنها ۲۲ و ۲۰ گونه شورزی شناسـایی گردیـد. تنـوع گونه‌های گیاهی در هر منطقه فرصت‌های بیشتری در اختیار کشاورز برای انتخاب گیـاه شورزی و تولید محصولات متنوع‌تر قرار می‌دهد. انتخـاب گونـه‌هـای اقتـصادی گیـاهی بومی در شورورزی مورد تأکید است و در صورتی که تولید یک گونه غیربـومی شـورزی مورد نظر باشد، باید با شرایط طبیعی زیست‌بوم منطقه سازگار باشد تا نـه تنهـا تعـادل زیست‌بوم منطقه را تهدید ننماید، بلکه به بهبود و افزایش ثبات آن نیز کمک نماید.

ویژگی‌های خاک زمین مورد نظر بر انتخاب نوع گیاه شورزی و مدیریت عملیات زراعـی اثرگذار می‌باشند. بدیهی است که خاک اینگونه مزارع شور است و گیاهان شورزی نیز به طور طبیعی با شرایط شور سازگاری دارند. لیکن، محدوده شـوری مناسـب بـرای رشـد بهینه گیاهان شورزی، همانند گیاهان شیرین‌رست[1] (گلایکوفیت)، بـا یکـدیگر متفـاوت است. از این رو، با آگاهی از میزان شوری خاک، می‌تـوان گیاهـان مناسـب آن محـدوده شـوری را مـورد بررسـی بیـشتر بـرای انتخـاب نهـایی قـرار داد. همچنـین، آگـاهی از محدودیت‌ها و مزایای فیزیکی خاک، مانند بافت، ساختمان، وضـعیت زهکـشی و وجـود لایه سخت در اعماق زیرین خاک، کمک مـؤثری بـه نحـوه مـدیریت کاشـت، آبیـاری و خاک‌ورزی می‌نماید. محدودیت‌های دیگری مانند بروز شرایط ماندابی (دائمی یا فـصلی) و آلودگی خاک، نیز در انتخاب گیاه مناسب باید در نظر گرفته شوند. در صـورت وجـود شرایط ماندابی و یا آلودگی خاک، در مرحله نخست باید گیاهانی که علاوه بر شوری بـا شرایط ماندابی و یا نوع آلودگی خاک نیز سازگاری دارند، مد نظر قرا گیرند. برای مثـال، در زمین‌های آلوده به شورآبه‌های حاصل از فعالیتهای اکتشاف و استخراج میادین نفـت، آن دسته از گیاهان شورزی که متحمل به کربوهیدرات‌های نفتی نیـز مـی‌باشـند، بایـد مورد بررسی بیشتر قرار گیرند. در مناطقی که مشکل مانـدابی در برخـی از ماههـا و یـا

1- Glycophyte

فصول سال به وجود می‌آید، یا باید گیاه شورزی متحمل به ماندابی انتخاب شود، یا با استفاده از فن‌آوری زهکشی زیستی نسبت به رفع این مشکل اقدام گردد. به زهکشی زیستی در فصل ششم پرداخته شده است. البته، بسیاری از گونه‌های شورزی نسبت به شرایط ماندابی حساس نبوده و حتی ممکن است رشد بهتری نیز در آن شرایط داشته باشند (مانند گیاه شورزی *Puccinellia peisonis*).

به ندرت می‌توان یکنواختی خاک و شوری را در زمینهای بزرگ مشاهده کرد. عدم یکنواختی بافت و ساختمان خاک می‌تواند باعث بروز برخی پدیده‌ها، مانند شرایط ماندابی، در برخی از نقاط مزرعه گردد. در چنین مواقعی می‌توان با استفاده از گیاهان مختلف شورزی در کشت مخلوط بهره‌برداری مطلوب‌تری از این زمینها نمود. برای مثال، در جنوب غربی کشور استرالیا، بسته به شدت شرایط ماندابی بودن زمین، سه منطقه اکولوژیکی وجود دارد (۱۶). در این حالت، در شورترین و ماندابی‌ترین بخش زمین گیاه *Halosareia pegranulata* و *Puccinellia peisonis* به عنوان گیاه همراه کاشته می‌شود. در قسمت‌هایی که کمتر دچار حالت ماندابی بودن هستند، انواع گونه‌های آتریپلکس به همراه *P. peisonis*، و در بخش‌هایی که به ندرت دچار حالت ماندابی می‌شوند، گونه‌های دیگری مانند *Maireama berifoilar* که به شرایط ماندابی حساستر می‌باشند، کشت می‌شود (۱۶). کشت مخلوط گیاهان شورزی به عنوان علوفه، به ویژه گونه‌های علفی، مواد غذایی بیشتری نسبت به کشت هریک از اجزای کشت مخلوط تولید می‌نماید.

وضعیت منابع آب موجود در محل نیز برای انتخاب گیاه شورزی مناسب باید در نظر گرفته شود. این منابع شامل منابع آب سطحی، زیرزمینی و نزولات جوی می‌باشند. در صورتی که کشاورز مایل به حداقل سرمایه‌گذاری در مزرعه یا باغ شورورزی باشد، می‌تواند با توجه به میزان بارندگی منطقه، گیاه شورزی سازگار با آن را برای دیمکاری انتخاب نماید. همچنین، با توجه به محدوده شوری و مقدار آب شور قابل دسترس در هر منطقه، انتخاب گیاهان شورزی مناسب را می‌توان بیشتر مورد بررسی قرار داد.

مهمترین معیار برای انتخاب نهایی گیاه شورزی مناسب برای کشت، بازدهی اقتصادی عملکرد محصول است. باید با آگاهی از وضعیت بازار و نیازهای منطقه به اقلام و

کالاهای مختلف کشاورزی، در ابتدا تصمیم به تولید یک یا چند نوع کالا و محصول گرفته شود، و پس از بررسی و مقایسه گیاهانی که آن محصولات را تولید می‌نمایند، در نهایت ترکیب مناسبی از گیاهان شورزی برای قرار گرفتن در الگوی کشت زمین مورد نظر انتخاب می‌شود.

۴-۲-۲-۲- تهیه بذر، قلمه یا نهال

پس از انتخاب گیاه یا گیاهان شورزی مورد نظر، باید نسبت به تهیه بذر، قلمه یا نهال برای کشت اقدام نمود. به طور معمول، بذرکاری ارزان‌ترین روش کاشت گیاهان شورزی است، ولیکن، از آنجا که بسیاری از گیاهان شورزی در مرحله جوانه‌زنی نسبت به شوری زیاد حساس می‌باشند، کارآیی بذرکاری برای استقرار گیاهچه از دو روش دیگر کمتر است. هرچند تولید نهال و نهال‌کاری ممکن است از دو روش دیگر گرانتر باشد، لیکن درصد بالاتر بقا و یکنواختی پوشش گیاه در سطح مزرعه کاربرد آن را اقتصادی و توجیه‌پذیر می‌نماید.

جوانه‌زنی بذرهای گیاهان شورزی وابسته به زیستگاه مناسب گیاه، نوع گیاه، تحمل به شوری گیاه و رژیم حرارتی است. به طور کلی، درصد جوانه‌زنی در گیاهان شورزی آبدار (برگهای گوشتی) بیشترین و در شورزی‌های علفی کمترین است (۳۲). جوانه‌زنی بذرهای گیاهان شورزی مناطق سرد بیابانی با افزایش دما می‌تواند افزایش یابد، در حالی که، جوانه‌زنی بذرهای گیاهان شورزی سازگار با زیست‌بوم‌های گرم بیابانی در حرارتهای پایین‌تر بهتر انجام می‌گیرد (۳۲). آزمایش جوانه‌زنی کوچیا (*Kochia scoparia*) در شوری‌های صفر تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که درصد جوانه‌زنی و مدت زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی با افزایش شوری کاهش می‌یابد، لیکن، افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی کوچیا نداشت (۳۰). درصد جوانه-زنی گونه‌های گیاه بوریا (*Juncus* spp.) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و شوری‌های مختلف بررسی شده است. میزان جوانه‌زنی در گونه های *J. rigidus* و *J. acutus* برای شوری‌های ۱/۷، ۱۶/۷، ۳۳/۴، و ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر، به ترتیب، برابر ۱۰۰، ۱۰۰، ۹۵ و ۶۳ درصد برای *J. rigidus* و ۱۵، ۵، صفر و صفر درصد برای *J. acutus* بوده است

(۶۲). جوانه‌زنی گونه‌های گیاه *Elymus gunceus* و *Kochia prostrate* با افزایش شوری کاهش داشت، به طوری که در شوری‌های ۱۳/۳ و ۱۸/۴ دسی‌زیمنس بر متر هیچ یک از بذرها جوانه نزدند (۱۳).

بذر گیاهان شورزی را می‌توان از مناطقی که این گیاهان به طور طبیعی در آن رشد می‌کنند، جمع‌آوری، و یا از منابع عرضه کننده آنان تأمین نمود. باید دقت کرد که زمانی بذرها جمع‌آوری گردد که حداکثر قوه نامیه برای آنها حاصل شده باشد، و سپس با توجه به خصوصیات بذر گیاهان گردآوری شده، مورد بوجاری و عمل‌آوری قرار گیرند. برای مثال، زمان مناسب برای جمع‌آوری بذر گیاه قره‌داغ در کویر اراک زمانی است که میزان رطوبت بذرها ۳۵-۲۰ درصد باشد، که این درصدها برای کویر اراک در نیمه اول شهریور ماه اتفاق می‌افتد (۱۴). با توجه به خصوصیات فیزیولوژی درونی و بازدارنده‌های جوانه‌زنی بذر گیاه قره‌داغ، اعمال تیمارهای حذف پوشش بذر، شستشوی بذر با آب به مدت ۴ روز و کاشت در دمای ۳۶ درجه سلسیوس توصیه شده است (۱۴).

در صورت نیاز زیاد به بذر، توصیه می‌گردد که بخشی از مزرعه به تولید بذر برای مصرف در سالهای آتی و یا فروش اختصاص یابد. در حال حاضر، بذرهای گیاهان شورزی علوفه‌ای، به ویژه آتریپلکس، به صورت تجاری در کشور استرالیا به فروش می‌رسد. همچنین، در کشور آمریکا بذر برخی از آنها به منظور ایجاد فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک این کشور توسط بخش خصوصی به بازار عرضه می‌شود. در ایران به منظور تأمین بذر مورد نیاز فعالیتهای بیابان‌زدایی، اعم از بذرکاری، بذرپاشی و تولید نهال، بخش‌هایی از توده‌های گونه‌های مورد نظر، مانند تاغ و آتریپلکس، تحت مراقبت قرار گرفته و در فصل بذرگیری با روشهای دستی و یا با کمک ماشین‌های ویژه، بذرهای مورد نیاز برداشت می‌گردد. یکی از مناطق فعال بذرگیری در کشور، بیاس آباد، خواف می‌باشد. در این منطقه، در حدود ۴۰ هزار هکتار تاغزار دست کاشت ایجاد شده، که همه ساله در اواخر پاییز یا زمستان بذرگیری از درختان تاغ ۴ تا ۱۰ ساله، که تحت مراقبت ویژه قرار گرفته‌اند، انجام می‌پذیرد (۱۲). در این ایستگاه، بذور جمع‌آوری شده پس از عبور از دستگاه خشک کن، به وسیله دستگاه بوجاری شده، و پس از جدا کردن ناخالصی‌ها و بذور آفت‌زده و ضدعفونی کردن، بذور خالص برای مصارف استان خراسان

و سایر استانهای کشور مصرف می‌گردد.

برخی از گیاهان شورزی، به ویژه گونه‌های علفی که کاربرد بسیار خوبی در تولید علوفه دارند، مقدار کمی بذر با قوه نامیه بسیار پایین تولید می‌کنند و یا اینکه به طور کلی بذر تولید نمی‌نمایند. از این رو، بهترین روش تولید آنها استفاده از اندام گیاهی نیساگ یا ریزوم[1] است. برای انجام این کار، دسته‌ای از ساقه گیاه مورد نظر را به قطعات کوچک تقسیم می‌کنند، و هر قطعه یا تعدادی از قطعات را در خاک به فواصل معین می‌کارند. برای مثال، علوفه‌های شورزی *Sporobolus virginicus* و *Distichlis spicata* از طریق ریزوم تکثیر می‌یابند.

انواع گیاهان شورزی نیمه خشبی (درختچه‌ای) مانند انواع آتریپلکس و گیاهان شورزی درختی، مانند گز را می‌توان از طریق قلمه تکثیر و کشت نمود. بهترین زمان تهیه قلمه برای گیاه آتریپلکس فصل بهار و از سرشاخه‌های جوان (۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر) می‌باشد. (۳۹). در تهیه قلمه درخت شورزی *Prosopis cineraria* نیز، شاخه‌های جوان بیشترین درصد ریشه‌زنی را حاصل می‌نمایند (۲۱). استفاده از هورمون IBA[2] به میزان ۳ گرم بر کیلوگرم ریشه‌زنی قلمه آتریپلکس را تسریع می‌نماید. (۳۹). قلمه آتریپلکس را در مخلوطی از ۴۰ درصد خاک، ۴۰ درصد کمپوست و ۲۰ درصد ماسه پرورش داده می‌شود و سپس به مزرعه یا باغ منتقل می‌گردد. قلمه‌های درخت گز را می‌توان از شاخه‌های جوان ۰/۵ تا ۱/۵ ساله درختان سالم، کف‌برکردن پاجوشهای اضافی یا شاخه-های مازاد حاصل از هرس درختان تهیه کرد. برای تهیه نهال، می‌توان بذر گیاه را در کیسه‌های پلاستیکی ۱ تا ۲ کیلوگرمی، که حاوی ترکیبی از ۳۵ درصد خاک رس، ۳۰ درصد کود حیوانی یا کمپوست‌های گیاهی و ۳۵ درصد ماسه باشد، در داخل خزانه یا گلخانه کاشت. قبل از کاشت، بذرهای گیاه شورزی باید بین ۳۰-۲۰ ساعت در آب خیسانده شوند. نهال‌ها پس از ۲ تا ۵ ماه برای انتقال به مزرعه اصلی آماده خواهند شد. در این مدت، آبیاری گلدان‌ها به موقع و با آب شیرین می‌تواند انجام شود، ولیکن، بهتر است برای جلوگیری از وارد شدن تنش شدید به نهال‌ها در اثر انتقال به محیط‌های شور یا بسیار شور در مزارع اصلی، آبیاری‌های نوبت آخر نهال‌ها را با آب شور انجام داد. زمان

1- Rhizome
2- Indol Buteric Acid

مناسب برای انتقال نهال‌ها به مزرعه اصلی، به طور معمول اواسط فصل پاییز یا اواخر زمستان است.

۴-۲-۳- آماده‌سازی زمین

پس از انتخاب زمین و نوع گیاه شورزی مناسب، اقدامات اولیه لازم برای آماده‌سازی زمین برای کاشت گیاهان انجام می‌گیرد. اقدامات اساسی در این مرحله شامل عملیات مختلف خاک‌ورزی، کوددهی و آبیاری اولیه می‌باشد.

۴-۲-۳-۱- عملیات خاک‌ورزی

عمده‌ترین عملیات خاک‌ورزی تسطیح زمین، قطعه‌بندی مزرعه، شخم، احداث نهرهای آبیاری و جاده‌های بین مزرعه‌ای است. در تولید انبوه و تجاری گیاهان شورزی، همانند محصولات زراعی رایج، عملیات مختلف خاک‌ورزی تأثیر به سزایی در کارآیی مصرف نهاده‌ها و استقرار گیاه در زمین، و در نتیجه، افزایش عملکرد محصول و سوددهی زراعت خواهد داشت. دقت در عملیات تسطیح مناسب زمین، به آن میزان که در کشاورزی رایج، به ویژه در زمینهای فاریاب، لازم است، در شورورزی ضروری نیست. لیکن، این عمل باید به اندازه کافی موجب سهولت در عملیات آبیاری مناسب، یکنواختی گسترش گیاه در سطح مزرعه و سهولت در برداشت و حمل و نقل محصول گردد.

شخم زمین از مهمترین عملیات خاک‌ورزی در مزارع شورورزی است. این عمل باعث افزایش نفوذ آب به خاک، کاهش رواناب، تهویه مناسب خاک و بهبود شرایط برای رشد و نمو و گسترش ریشه‌ها در خاک خواهد شد. در مطالعاتی که بر روی آتریپلکس در کشور استرالیا انجام یافته، رشد گیاهان در کرت‌های شخم خورده نسبت به کرت‌های بدون شخم ۳۰ تا ۴۰ درصد افزایش داشت (۱۶). همچنین، رشد گیاهان در کرت‌هایی که زیرشکنی شده بودند، نسبت به کرت‌های شاهد ۶۵ تا ۱۰۰ درصد بیشتر بود. در مطالعات دراز مدتی که بر روی اصلاح خاک‌های شور حاصل از فعالیتهای نفتی در ایالت

کانزاس (کشور آمریکا) انجام گرفت، شخم عمیق (۴۵ سانتی‌متر) و شخم کم عمق به همراه افزودن گچ، به عنوان بهترین و اقتصادی‌ترین روشهای اصلاح زیستی این نوع خاک‌ها، به ویژه به همراه آبیاری توصیه گردید (۳۴). قابل ذکر است که در اصلاح این خاک‌ها، استقرار گیاه شورزی از مهمترین روش‌های اصلاح زمین است، و تیمارهای فوق برای استقرار و رشد بهینه این گیاهان (اصلاح زیستی) توصیه گردیدند. افزایش نفوذپذیری خاک در اثر عملیات خاک‌ورزی، باعث افزایش نفوذ آب، به ویژه آب باران، به خاک و در نتیجه، آبشویی نمک‌ها می‌گردد، که خود به طور غیرمستقیم بر روی رشد گیاه اثرگذار است. شخم عمیق، به ویژه هنگامی توصیه می‌گردد که خاک لایه زیرین دارای مشکلاتی از قبیل سخت کفه یا تراکم باشد. در ضمن، شخم عمیق را در صورت نیاز هر چند سال یک بار می‌توان انجام داد. همچنین، به طور معمول، عملیات خاک‌ورزی سالیانه برای مزارع گیاهان شورزی چند ساله مورد نیاز نیست. از این رو، سرمایه‌گذاری اولیه برای تسطیح زمین و خاک‌ورزی، با توجه به کمک بسیار مؤثری که به استقرار مناسب گیاه در مزرعه، که تعیین‌کننده عملکرد نهایی محصول است، توصیه می‌گردد. همراه با عملیات شخم، بسته به عوامل شورکننده خاک، ممکن است افزودن برخی از مواد شیمیایی مانند گچ و گوگرد نیز به خاک ضروری باشد. به طور معمول در صورت وجود لایه‌های سخت در خاک، لازم است قبل از کشت، از زیرشکن برای عملیات کف‌شکنی و شخم عمیق در مسیر ردیف‌های کاشت استفاده شده و فاروها یا خطوط کاشت در این محل‌ها قرار گیرند.

نهرکشی و ایجاد فارو از جمله عملیاتی است که در سطح مزرعه به منظور مدیریت آبیاری باید انجام گیرد. برای کنترل فرسایش آبی و بادی بهتر است ردیف‌های کاشت و به تبع آن فاروها، در مسیر شیب‌های مناسب آبیاری قرار گیرند. در صورت نیاز نسبت به ایجاد بادشکن نیز باید اقدام شود. در مطالعه سازمان انرژی اتمی ایران در یزد (۵)، بسته به نوع گیاه، فاروهایی به عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر و با فواصل معین در زمین‌های شور ایجاد، و نهال گیاه مورد نظر در کف آن کاشته شد. این امر آبیاری گیاه را تسهیل نموده و آبشویی نمک‌ها در کف فارو، باعث افزایش درصد استقرار و کاهش تلفات نهال‌های کاشته شده گردید. همچنین، در شرایطی که گونه انتخاب شده نسبت به شرایط ماندابی حساس باشد، با ایجاد پشته و کاشت گیاه بر روی آن، اثرات نامطلوب

شرایط ماندابی در محدوده ریشه‌ها را می‌توان کاهش داد. شیارهای ایجاد شده در مجاورت پشته، می‌تواند به عنوان یک سازه ذخیره آب در فصل‌های دیگر نیز عمل نماید (۱۶).

۴-۲-۳-۲- کوددهی و تغذیه گیاهان شورزی

تغذیه گیاهان در شرایط تنش شوری از چالش‌های عمده در تولید گیاهان زراعی و باغی است. شوری از سه طریق رشد وعمکرد گیاه را کاهش می‌دهد. در مرحله اول نمک‌های محلول باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک و در نتیجه، افزایش انرژی لازم برای جذب آب توسط ریشه گیاه می‌گردد. از این رو، گیاه با صرف بیشتر انرژی برای جذب آب، انرژی کمتری برای فعالیت‌های متابولیکی خواهد داشت، که این امر منجر به کاهش رشد و نمو و در نهایت، عملکرد محصول می‌گردد. از این اثر به عنوان *اثر اسمزی* نیز یاد می‌شود. در تنش‌های شدید شوری و در نتیجه، کاهش شدید پتانسیل اسمزی محلول خاک، ممکن است گیاه انرژی کافی برای جذب آب نداشته، و با وجود رطوبت مناسب در محیط ریشه، آثار تنش خشکی و کمبود آب را از خود نشان دهد، که در نهایت منجر به مرگ گیاه می‌گردد. به این پدیده *خشکی فیزیولوژیک* نیز گفته می‌شود.

یون‌های محلول در خاک، به طور معمول، در هنگام فرآیند جذب آب توسط ریشه، به درون گیاه راه می‌یابند. برخی از یون‌های محلول در غلظت‌های بالاتری در شرایط شوری در محلول خاک وجود دارند. این یون‌ها، به ویژه سدیم و کلر، می‌توانند به طور مستقیم در گیاه ایجاد مسمومیت نمایند. این اثر، *اثر ویژه یونی* نامیده شده است. مسمومیت ناشی از غلظت زیاد برخی از یون‌ها در اندام‌های گیاهی، باعث ایجاد اختلال در فرآیندهای متابولیکی گیاه شده، و در نهایت باعث کاهش رشد و عملکرد محصول می‌گردد.

عدم تعادل تغذیه‌ای در گیاه عامل سوم در کاهش رشد و عملکرد گیاه در شرایط تنش شوری است. غلظت‌های زیاد عناصری مانند سدیم و کلر در محلول خاک باعث بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، مانند کلسیم و پتاسیم می‌گردد. به طور کلی، عدم تعادل تغذیه‌ای ممکن است به علت اثر شوری بر قابلیت دسترسی و فراهمی

عناصر غذایی، جذب و توزیع آنها در گیاه یا غیرفعال شدن فیزیولوژیکی یک عنصر غذایی خاص ایجاد شود، که در این صورت نیاز درونی گیاه به آن عنصر غذایی افزایش می‌یابد (۲۸). فراهمی و قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک‌های شور وابسته به pH و نسبت غلظت عناصر در محلول خاک دارد. pH خاک با اثرگذاری بر حلالیت عناصر، قابلیت دسترسی آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای مثال، فراهمی فسفر در خاک‌های شور به شدت وابسته به pH و تغییر در حلالیت ترکیبات مختلف فسفر خاک می‌باشد. همچنین، آهن، منگنز، روی و مس، به دلیل حلالیت کم، در شرایط قلیایی قابلیت دسترسی و فراهمی پایینی دارند. از طرفی دیگر، در شرایط قلیایی عنصر بُر بیشتر فراهم می‌باشد، که می‌تواند باعث ایجاد مسمومیت در بسیاری از گیاهان زراعی گردد. در pH بالا، قابلیت دسترسی نیتروژن نیز کاهش می‌یابد، که دلیل عمده آن کاهش فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در خاک است.

مصرف کود در شرایط تنش شوری، همانند کشاورزی در شرایط غیرشور، در برخی موارد می‌تواند منجر به افزایش عملکرد محصول گردد. شدت تنش شوری عامل تعیین‌کننده کارآیی و مفید بودن مصرف کود می‌باشد. به طور کلی، در شرایط تنش شوری کم و متوسط، در صورت پایین بودن درجه حاصلخیزی خاک، مصرف کود می‌تواند مفید واقع شود، ولیکن، در شرایط تنش شوری شدید، کاربرد کود به طور معمول، کارآیی نداشته، و از آنجا که کودهای شیمیایی نیز نوعی نمک می‌باشند، ممکن است منجر به تشدید تنش شوری و کاهش عملکرد محصول گردند. البته، نوع گیاه، ویژگی‌های کود مصرفی و مدیریت زراعی نیز بر آن اثرگذار می‌باشند.

تعریف شرایط شور برای یک گیاه شیرین‌رست و شورزی متفاوت است. به عبارت دیگر، شرایط شوری که برای یک گیاه شیرین‌رست تنش‌زا محسوب می‌شود، ممکن است برای یک گیاه شورزی تنش‌زا نباشد. از این رو، جذب عناصر غذایی در این شرایط برای دو گیاه متفاوت خواهد بود. در مطالعه‌ای که بر روی دو نوع گیاه شورزی و یک نوع گیاه شیرین‌رست انجام گرفت، تغذیه گیاه رشد گیاهان شورزی را در شرایط شور افزایش داد، در حالی که رشد گیاه شیرین‌رست در همان میزان شوری افزایش نداشت (۴۴). علت این عکس‌العمل این بود که شوری مربوطه برای گیاهان شورزی تا حدودی محدودکننده رشد بود، ولی برای گیاه شیرین‌رست به شدت محدودکننده رشد بوده

است. برای مثال، افزایش غلظت آمونیوم از ۱/۴ به ۱۴ میلی‌گرم بر لیتر، رشد اندام‌های هوایی درخت حرا (مانگرو) (*Avicennia marina*) را در شوری‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم افزایش داد، لیکن در شوری ۵۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم تأثیری بر رشد آن نداشت (۴۱). این عکس‌العمل مشابه واکنش گیاهان شیرین‌رست است که پس از یک میزان شوری معین، تنش شوری عامل محدودکننده‌تری نسبت به تنش کمبود غذایی شده و از این رو، مصرف کود تأثیر مثبتی بر رشد گیاه نخواهد داشت.

گیاهان شورزی به طور طبیعی از ساختار فیزیولوژیکی مناسبی جهت مقابله با اثرات شوری برخوردار می‌باشند، که آنها را قادر می‌سازد در محیط‌های شور به خوبی رشد نمایند. در این گیاهان، به ویژه گیاهان شورزی حقیقی، سدیم از عناصر غذایی مورد نیاز بوده و رشد بهینه آنها در شرایط شور انجام می‌گیرد. از این رو، به طور طبیعی در شرایط حاصلخیزی پایین خاک، مانند اراضی شنی ساحلی و بیابان‌های داخلی، رشد و نمو می‌نمایند. به مکانیسم‌های تحمل به شوری و مقابله با اثرات نامطلوب شوری در گیاهان شورزی در فصل دوم این مجموعه اشاره شد. با توجه به این مکانیسم‌ها، گیاهان شورزی می‌توانند در پتانسیل اسمزی کم، آب و عناصر غذایی را جذب نموده، و با ذخیره‌سازی یا دفع نمک‌های زیادی و عناصر سدیم و کلر، تا حد زیادی اثرات ویژه یونی و عدم تعادل تغذیه‌ای را کاهش دهند. برای مثال، درخت شورزی حرا یا مانگرو انتخاب‌پذیری زیادی برای جذب پتاسیم در مقابل شیب غلظت بالای سدیم دارد. البته، در شوری‌های بسیار بالا، غلظت یون پتاسیم در اندام هوایی کاهش می‌یابد. در بررسی تغذیه نهال بکی از گونه‌های حرا (*Kandelia candel*) با آمونیوم و فسفر در سه سطح شوری (۰، ۵ و ۲۰ گرم بر لیتر کلرور سدیم)، کاتیون غالب در اندامهای گیاهی در شرایط غیرشور پتاسیم بود، لیکن، با افزایش شوری، میزان آن کاهش و غلظت سدیم افزایش یافت (۲۹). قابل ذکر است که درخت حرا دارای غدد نمکی است که به گیاه کمک می‌کند تا به طور انتخابی نمک‌ها، به ویژه کلرور سدیم، را از بافت‌های اندامهای هوایی جذب و سپس دفع نماید. این غدد نمکی با خاصیت جذب انتخابی یونهای سدیم و کلر از برگ‌ها، باعث ادامه طبیعی فعالیتهای متابولیکی مانگرو، از طریق کاهش نسبتهای کلر به نیترات، کلر به فسفات و کلر به پتاسیم در برگ‌های گیاه می‌شوند (۶۰).

پژوهش در زمینه تغذیه گیاهان شورزی تا دو دهه پیش کمتر مورد توجه قرار گرفته بود. دلیل این امر کاهش هزینه‌ها و نهاده‌ها برای ترغیب کشاورزان به کشت این نوع گیاهان بوده است. لیکن، تجارب کشاورزان در زمینه تولید علوفه‌های شورزی در کشور استرالیا نشان داد که برخی از این گونه‌ها به طور مشهودی به کود نیتروژن واکنش نشان داده، و منافع حاصل از فروش دانه و علوفه اضافی تولیدی آنها، هزینه استفاده از کودهای نیتروژنه را به خوبی جبران می‌کند (۱۶). در مراتع شورزی جنوب استرالیا، مصرف ۲۳ کیلوگرم برهکتار کود نیتروژن در چند نوبت در پاییز و ۴۵ تا ۶۰ کیلوگرم بر هکتار در اواخر فصل زمستان توصیه شده است (۱۶). در این مناطق، زمین در فصل زمستان به حالت ماندابی در می‌آید. در مطالعه‌ای که بر روی گیاه آتریپلکس آمنی‌کولا (*Atriplex amnicola*) انجام یافت، حداکثر رشد در محلول ۵۰ میلی‌مول کلرور سدیم در میزان نیتروژن ۷/۱۴ میلی‌مول به دست آمد، ولیکن در محلول ۴۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم، بهترین مقدار رشد با ۱۴/۳ میلی‌مول نیتروژن حاصل شد (۱۶).

مصرف کود در تولید تجاری گیاهان شورزی، بستگی به درجه شدت شوری و نوع گیاه دارد. البته، در برخی از شرایط با توجه به نیاز غذایی پایین، گیاهان شورزی می‌توانند عناصر مورد نیاز را از محیط اطراف ریشه‌ها تأمین نمایند. این امر به ویژه در تولید فاریاب گیاهان شورزی با آب دریا، تا حد زیادی صادق است. آب دریا حاوی مقادیر زیادی از عناصر غذایی مختلف و مورد نیاز گیاه می‌باشد، که بسیاری از آنها در غلظت‌های کافی در آب دریا موجود می‌باشند. از این رو، گیاه می‌تواند بخش زیادی از عناصر غذایی مورد نیاز خود را از طریق آبیاری‌های مکرری که توسط آب دریا می‌شود. از آن تأمین نماید. همچنین، بسیاری از گیاهان شورزی، به خصوص گونه‌های علوفه‌ای آن، قابلیت همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن را دارند، و در شرایط مناسب می‌توانند بخش زیادی از نیتروژن مورد نیاز خود را از این طریق تأمین کنند.

برخی از نتایج مطالعات تغذیه گیاهان شورزی حاکی از عدم تأثیر کوددهی بر عملکرد و رشد گیاه می‌باشد، ولیکن، اکثر مطالعات تغذیه‌ای نشان داده است که تغذیه این گیاهان اثرات معنی‌داری بر عملکرد آنها دارد. تجربه و تحقیقات در پاکستان نشان داده که استفاده از کودهای شیمیایی اثرات کمی بر محصول کالارگراس داشته است (۱۱). مطالعات انجام یافته در استان یزد بر روی ۵ گونه علوفه شورزی، حاکی از اثر معنی‌دار

مصرف نیتروژن بر افزایش عملکرد کل و مقدار برگ بوده است، به طوری که مصرف نیتروژن باعث افزایش ۳۰ تا ۱۰۰ درصدی عملکرد برخی از گونه‌ها گردید (۴۳). در مطالعه‌ای دیگر مصرف ۶۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن حجم بوته آتریپلکس آمنی‌کولا را در سه ماه اول دوره رشد، ۴۰ درصد افزایش داد (۴۳). نتایج بررسی خصوصیات زراعی دو گونه از گیاه بوریا در کشور مصر نشان داد که هر دو گونه در خاکهای شور و بایر با سرعت مناسبی رشد و نمو می‌نمایند (۶۲). مصرف کود نیتروژن و فسفر در تولید زراعی این گونه‌ها مهم بوده و علاوه بر افزایش رشد و عملکرد گیاه بوریا، خصوصیات کیفی آن را برای تهیه کاغذ بهبود بخشید (۶۲).

اثر پتاسیم و نیتروژن بر رشد و تولید بیوماس پنج گونه گیاه شورزی شامل *Spartina* spp. (گیاه علفی چند ساله، C3)، *Distichlis palmeri* (گیاه علفی چند ساله، C4)، *Paspalum vaginatum* (گیاه چند ساله)، *Juncus roemerianus* و *Batis maritima* (گیاهی گوشتی، C4) بررسی شده است (۴۲). تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح پتاسیم (۴۸ و ۹۶ کیلوگرم بر هکتار K_2O) که قبل از کشت نهال‌ها با خاک مخلوط شد، و سه سطح نیتروژن (۴۰، ۱۰۰ و ۱۶۰ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن) بود که در سه قسط در طول فصل رشد مصرف گردید. نتایج حاکی از افزایش معنی‌دار عملکرد با افزایش مصرف کود در کلیه گونه‌ها بوده است. مصرف نیتروژن و پتاسیم بر بهتر شدن رشد سه گونه نخست مؤثرتر بوده است (۴۲). افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی از ۰/۰۵ به ۱۰ میلی‌مول در شوری‌های ۱ و ۳۰۰ میلی‌مول کلرور سدیم، تأثیرات مثبت معنی‌داری بر وزن خشک و میزان نسبی رشد گیاه شورزی واقعی *Suaeda physophora*، به ویژه در شوری زیاد، داشت (۵۶).

دو گونه علفی شورزی *Sporobolus virginicus* و *Distichlis spicata*، به دلیل قابلیت برداشت مکانیکی، درصد نمک کم در علوفه و عملکرد قابل ملاحظه در شوری‌های زیاد، از علوفه‌های شورزی بسیار خوب محسوب می‌شوند. در آزمایشی بلند مدت در مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA)، تأثیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر رشد و عملکرد این گیاهان بررسی گردید (۱۸). به طور کلی، اثر این عناصر بر عملکرد علوفه در شوری‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر مثبت و معنی‌دار بوده است. این اثرات

در شوری‌های زیادتر بسیار بیشتر از شوری کم بود. مقادیر ۴۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه ۲۰ کیلو گرم فسفر و ۲۰ کیلوگرم پتاسیم برای گیاه *S. virginicus* و ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه ۳۰ کیلوگرم فسفر و ۳۰ کیلوگرم پتاسیم برای گیاه *D. spicata* توصیه گردید (۱۸).

در اکثر خاکها، شور یا غیر شور، نیتروژن مهمترین عنصر غذایی محدودکننده رشد است. از این رو، مصرف کود نیتروژن به طور معمول رشد و عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد. نتایج مطالعات متعدد نشان داده است که گیاهان شورزیی که در محیطهای با شوری زیاد و کمبود نیتروژن رشد می‌کنند، و گیاهان شیرین‌رستی که در محیطهای با شوری کم و کمبود نیتروژن رشد می‌نمایند، به طور مشابهی نسبت به مصرف کود نیتروژن واکنش نشان می‌دهند (۲۸). مصرف نیتروژن رشد گیاه شورزی *Plantago maritima* (حتی در شرایط آبیاری با آب دریا) و دو گونه *Spergularia* (۵۰ درصد آب دریا) را افزایش داد (۴۴ و ۵۵).

مصرف فسفر (۰/۰۵ و ۰/۲۵ میلی‌مول بر لیتر فسفات) رشد گیاه شورزی *Lavatera arborea* (شورزی دو ساله و بومی منطقه مدیترانه) را در شرایط شور و غیرشور افزایش داد، اما بیشترین رشد با مصرف فسفر در شوری ۴۰ درصد آب دریا حاصل شد (۴۵). حد آستانه تحمل به شوری این گیاه شورزی که در حدود ۵۰ درصد شوری آب دریا بود، با مصرف فسفر افزایش یافت. همچنین، مصرف فسفر باعث افزایش رشد ریشه‌ها در شوری زیاد گردید، که در نتیجه آن میزان پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر در اندام هوایی افزایش یافت (۴۵). حد کفایت فسفر در گیاه شورزی سالیکورنیا به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که بهترین اندام گیاهی سالیکورنیا برای تعیین کمبود فسفر شاخه‌های نیمه خشبی می‌باشد (۱۹). حد آستانه غلظت فسفر محلول و فسفر کل در شاخه‌های نیمه خشبی سالیکورنیا، به ترتیب، ۴۸۰ و ۷۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین گردید (۱۹). قابل ذکر است که به طور کلی نسبت زیاد کلسیم به فسفر در علوفه یا جیره غذایی دام باعث کاهش مصرف اختیاری شده، و در قابلیت هضم و میزان جذب مواد غذایی علوفه اثرگذار است (۳۶). این مسئله در علوفه‌های استپی استان‌های یزد (۱) و قم (۹) و همچنین، مراتع حاشیه کویر سیاه کوه

یزد (۲) گزارش شده است. از این رو، در تولید تجاری علوفه‌های شورزی، بهتر است از کود فسفر برای بهبود کیفیت علوفه و افزایش مصرف اختیاری آن استفاده شود.

هرچند گیاهان شورزی انتخاب‌پذیری زیادی برای جذب پتاسیم نسبت به سدیم نشان می‌دهند، ولیکن، مقادیر بیش از حد پتاسیم برای برخی از آنها مضر می‌باشد. برای مثال، گونه وحشی گوجه فرنگی (*Lycopersicom cheesmanni*) توانایی تحمل ۲۰۰ میلی‌مول سدیم را دارد، لیکن غلظت ۲۰۰ میلی‌مول پتاسیم برای آن مسموم‌کننده است، در حالی که این واکنش در مورد گوجه فرنگی زراعی بر عکس می‌باشد (۵۱). اثرات نامطلوب نسبت زیاد پتاسیم به سدیم در غلظت‌های زیاد نمک در گیاهان شورزی *Atriplex nummularia*، *A. amnicola*، *A. inflata*، *Suaeda maritima* و *Vigna radiata* مشاهده شده است (۲۳). همچنین، شواهد بسیار اندکی در رابطه با اثرات مثبت مصرف کود پتاسیم در غلظت‌های زیاد سدیم موجود است (۲۸). از این رو، با توجه به مطالب گفته شده، به نظر می‌آید که مصرف کود پتاسیم در تولید زراعی گیاهان شورزی مورد نیاز نباشد.

مطالعه‌ای بر روی مصرف عناصر ریزمغذی بر رشد گیاهان شورزی انجام نیافته است. ولیکن، شواهدی موجود است که کلرور سدیم باعث بروز علائم کمبود آهن در دو گونه آتریپلکس (*A. hastate* و *A. hortensis*) گردیده است (۳۵).

در کشاورزی با آب دریاها و آبهای بسیار شور، به علت pH بالا (محیط قلیایی) و غلظت بالای نمک در آب، استفاده از کودهای شیمیایی که خود نیز نوعی نمک است، کارآیی مناسبی ندارد. از این رو، در کشاورزی با آب‌های بسیار شور، استفاده از کودهای بیولوژیکی، باکتری‌ها و قارچ‌های همزیست مناسب توصیه می‌گردد. تحقیقات متعددی بر روی شناسایی سویه‌های متحمل به شوری و شوردوست انواع باکتری‌ها و قارچ‌های همزیست با گیاهان شورزی انجام یافته است. اکثر این تحقیقات اثرات مثبت و معنی‌دار کاربرد آنها را بر رشد و عملکرد گیاهان شورزی نشان داده است. در یک آزمایش گلخانه‌ای اثر دو کود زیستی که یکی حاوی باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن و دیگری حاوی باکتری حل‌کننده ترکیبات فسفر بود، بر رشد گیاه شورزی کالار گراس تحت شرایط آبیاری با نسبت‌های ۵۰ و ۱۲/۵ درصد آب دریا بررسی شده است (۵۷). نتایج

حاکی از اثر معنی‌دار کودهای زیستی، به ویژه در شوری‌های زیاد، بر رشد و عملکرد کالارگراس بوده و کاربرد توأم دو باکتری اثر بیشتری نسبت به کاربرد هر یک از آنها به تنهایی داشته است. بر اساس نتایج این آزمایش باکتری‌ها در افزایش سازگاری گیاه علوفه‌ای کالارگراس با شرایط تنش و تحمل به شوری بسیار مؤثر بوده‌اند (۵۷).

تلقیح گیاه آتریپلکس (*A. nummularia*) با چند سویه قارچ میکوریزا[1] در دو سطح شوری ۲/۲ و ۱۲/۰ دسی‌زیمنس بر متر، میزان رشد و جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه را به طور معنی‌داری افزایش داد (۲۲). جداسازی سویه‌های باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از ریشه گیاه سالیکورنیا، منجر به شناسایی باکتری *Klebsiella pneumonae* در کشور مکزیک گردید (۵۰). رشد و عملکرد دو ژنوتیپ سالیکورنیا در شرایط مزرعه‌ای با باکتری فوق و باکتری *Azospirillum holopraeferens* افزایش یافت (۵۰). نتایج یک تحقیق در زمینه اثرات هشت گونه باکتری متحمل به شوری بر گیاه سالیکورنیا، نشان داد که رشد و عملکرد آن در شرایط آبیاری با آب دریا در انتهای فصل رشد (۱۱-۸ ماه) به طور معنی‌داری توسط این باکتری‌ها افزایش می‌یابد (۲۴). در این آزمایش، غلظت نیتروژن و پروتئین اندام‌های گیاهی با تلقیح باکتری‌ها کاهش یافت، لیکن، غلظت آنها در بذر سالیکورنیا به طور معنی‌داری افزایش داشت (۲۴). به عبارت دیگر، کیفیت محصول اصلی (بذر سالیکورنیا) بهبود داشته است.

۴-۲-۳-۳- آبیاری

تولید دیم ساده‌ترین و کم نهاده‌ترین روش تولید گیاهان شورزی است. مطالعات در شمال قاره آفریقا و غرب کشور استرالیا نشان داده است که گونه‌های آتریپلکس در شرایط ۴۰۰-۳۵۰ میلی‌متر بارندگی در سال، بین ۴-۱ تن بر هکتار ماده خشک تولید می‌نمایند (۱۶). تولید علوفه خوراکی (برگ و شاخه‌های نازک) در گونه‌های مختلف آتریپلکس بین ۱۰-۵ کیلوگرم ماده خشک بر هکتار در سال برای هر میلی‌متر بارندگی، در منطقه‌ای با شوری کم می‌باشد (۳۷). بنابراین در شرایط مناسب و با بارندگی ۴۰۰-

1- Glomus fasciculatum, G. mosseae, G. intraradices, G. etunicatum, G. geosporum, G. caledonium

۲۰۰ میلی‌متر در سال، عملکرد سالیانه ۴-۲ تن ماده خشک بر هکتار در شرایط دیم قابل پیش‌بینی است. لیکن، در شوری‌های بالا به ندرت دستیابی به این عملکرد امکان‌پذیر است و تولید علوفه خوراکی بیشتر از ۱/۰-۰/۵ تن ماده خشک بر هکتار در سال نمی‌باشد (۴۰ و ۶۱). البته باید اضافه کرد که این مقدار برای بوته‌های خشبی مانند گونه‌های آتریپلکس بوده، و گیاهان غیرخشبی احتمالاً تولید زیادتری دارند. از مهمترین گونه‌های آتریپلکس که به صورت مصنوعی در ایران کاشته می‌شود، کانسنس (*A. canescens*) است، که به دو صورت نازک برگ و پهن برگ موجود می‌باشند. در مناطق با بارندگی سالیانه ۲۵۰-۱۵۰ میلی‌متر و در خاکهای سیلتی، عملکرد ماده خشک هر بوته پهن برگ ۰/۶-۰/۳ کیلوگرم در سال و هر بوته نازک برگ ۱/۲- ۰/۸ کیلوگرم در سال گزارش شده است (۱۶). از این رو، کشاورزانی که مبادرت به تولید گیاهان شورزی می‌نمایند، جهت کاهش هزینه‌های تولید، راغب به تولید دیم این گیاهان خواهند بود. بهره‌برداری بهینه از باران و سایر نزولات جوی در تولید دیم گیاهان شورزی و افزایش عملکرد آنها نقش تعیین کننده‌ای ایفا می‌نماید. ایجاد انواع سازه‌های کنترل فرسایش خاک، مانند انواع بندها، تراس‌بندی و آبگیرهای کوچک[1] برای جمع‌آوری آب باران، علاوه بر کاهش فرسایش خاک، از حرکت رواناب‌ها کاسته و فرصت نفوذ آنها را به درون خاک فراهم می‌سازند، و یا آنها را به کرت، فارو یا تشتک‌هایی که گیاهان، به ویژه گونه‌های درختی، در آن کشت شده، هدایت می‌کنند. همچنین، از روش‌های حفظ و ذخیره رطوبت در خاک (کاهش تبخیر سطحی) که به طور معمول در زراعت دیم به کار می‌روند، در زراعت دیم گیاهان شورزی نیز می‌توان بهره‌برداری کرد. به عنوان مثال، ایجاد ترانشه در پشت ردیف‌های کاشت آتریپلکس به منظور جمع‌آوری آب باران در ایالت راجستان کشور هند، افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد محصول به همراه داشته است (۱۶). احداث آبگیرهای کوچک به منظور جمع‌آوری رواناب سطحی در مراتع آتریپلکس کشور استرالیا با بارندگی ۹۰ میلی‌متر در سال بررسی شده است. بهترین اندازه آبگیرها ۳۲ متر مربع بود که منجر به ۳۲-۱۶ برابر افزایش عملکرد نسبت به عرصه‌های بدون آبگیر (شاهد) گردید (۵۲). در مطالعه‌ای که در کشور اردن انجام گرفت، درصد بقای نهال آتریپلکس پس از سه سال برای کرت‌های دیم و کرت‌هایی که آب باران جمع‌آوری شده دریافت نموده بودند، به ترتیب ۶۷ و ۹۵ درصد گزارش شده

1- Microcatchment

است (۱۷). در این مطالعه که در منطقه‌ای با میزان بارندگی ۲۰۰-۱۰۰ میلی‌متر در سال انجام یافت، با جمع‌آوری تنها ۳۹ میلی‌متر بارندگی توسط آبگیرهای کوچک و فاروهای ترازی[1]، علاوه بر افزایش درصد بقای نهال‌های آتریپلکس، عملکرد علوفه خوراکی نیز از ۳۸۰ به ۱۱۵۱ کیلوگرم ماده خشک بر هکتار افزایش یافت. کارآیی مصرف آب نیز از ۱/۱۴ به ۴/۴۸ کیلوگرم ماده خشک بر هکتار بر سال بر میلی‌متر افزایش داشت (۱۷).

مطالعاتی که در کشور آمریکا انجام شده، نشان داده است که گونه‌هایی که تحت شرایط دیم ۲-۱ تن بر هکتار عملکرد داشته‌اند، در شرایط آبیاری با آب‌های شور ۲۳-۱۱ تن بر هکتار ماده خشک تولید می‌کنند (۱۶)، که قابل قیاس با عملکرد علوفه‌هایی مانند یونجه در کشاورزی رایج تحت شرایط آبیاری با آب شیرین است. بنابراین، در حدود ده برابر افزایش عملکرد در شرایط کشت آبی (فاریاب) نسبت به زراعت دیم، عملیات آبیاری در شورورزی را، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، توجیه‌پذیر می‌نماید.

برای آبیاری در شرایط شورورزی از آبهای شور یا بسیار شور استفاده می‌شود. در برخی مواقع، بسته به هدف از کاشت گیاهان شورزی، پس از استقرار کامل گیاه نیاز به آبیاری نمی‌باشد. در حدود ۲۳۰۰۰ هکتار از شوره‌زارهای بیابانی در شمال کشور شیلی (کمتر از ۵۰ میلی‌متر بارندگی سالیانه و تا ۰/۵ متر پوشش سطح خاک با نمک) توسط دولت به کشت گونه *Prosopis tamarugo* اختصاص یافته است (۲۵). قابل ذکر است که در سال اول استقرار درختان آبیاری شدند، لیکن، پس از آن با جذب رطوبت هوا و خاک، نیاز آبی خود را تأمین نمودند. علاوه بر کنترل فرسایش بادی، و در نتیجه جلوگیری از حرکت نمک‌ها با باد به مناطق دیگر و بیابان‌زایی، برگ و میوه این درخت نیز توسط گله‌داران به مصرف تعلیف بز و گوسفند می‌رسد.

آبیاری در این مرحله از تولید (قبل از کاشت) می‌تواند به منظور آبشویی نمک‌ها برای کاهش شوری خاک لایه سطحی برای جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه، ذخیره‌سازی رطوبت در خاک برای ریشه نهال‌های نشا شده و آماده‌سازی فیزیکی زمین از نظر رطوبت خاک برای خاک‌ورزی انجام گیرد.

1- Contour furrow

۴-۳- مدیریت زراعی در مرحله کاشت

استقرار گیاهان شورزی، بسته به نوع گیاه، با روشهای بذرکاری، کاشت ریزوم (نیساگ)، کاشت قلمه و نشاکاری و کاشت نهال انجام می‌گیرد. قوه نامیه بذرهای گیاهان شورزی، به طور معمول ضعیف بوده، و درصد جوانه‌زنی آنها در شرایط طبیعی کم می‌باشد. همچنین، بسیاری از گیاهان شورزی در مرحله جوانه‌زنی نسبت به شوری حساس می‌باشند. از این رو، احداث مزارع، باغات یا مراتع شورزی از طریق بذرپاشی، در اکثر اوقات با احتمال موفقیت کمتری به همراه است.

هر چند بذرکارهایی ویژه برای کاشت بذرهای خیس در منطقه استرالیای غربی ساخته شده است (۱۶)، ولیکن، هنوز بذرکارهایی که در شرایط مختلف کارآیی زیادی داشته باشد به طور گسترده به بازار عرضه نشده است (۴۷). در کشور استرالیا، از بذرهای از پیش جوانه‌زده به عنوان یک روش کاشت مستقیم بهره‌برداری شده است. در این روش، پیش از شروع یا ابتدای شروع فصل بارندگی، ردیفهایی موازی (۵-۴ سانتی‌متر عمق، به فاصله ۵ متر) در زمین، به منظور ذخیره‌سازی آب باران و رواناب سطحی، ایجاد شده و سپس در زمان کاشت، بذرهای جوانه‌زده را در این شیارها می‌کارند (۱۶). در این روش برای تأمین ۱۰۰۰ بوته در هکتار، ۵ کیلوگرم بذر در هکتار مورد نیاز می‌باشد. از بذرپاشهایی موسوم به بذرپاش موضعی[1] در استرالیا برای کاشت مستقیم بذرهای انواع آتریپلکس به منظور احداث مرتع استفاده می‌شود (۵۹). طبق نتایج تحقیقات مختلف در زمینه کاشت بذر آتریپلکس با این دستگاه، فواصل ردیفهای محل بذرپاشی ۳ متر و فواصل در هر ردیف ۱/۶ متر (۲۱۰۰ محل) توصیه می‌گردد (۵۹). همچنین، حداقل ۵۰ عدد بذر قابل جوانه‌زنی در هر محل باید قرار گیرد تا حداقل یک بوته در خاک استقرار یابد (۵۹).

زمان کاشت بذرها به شرایط اقلیمی، تغییرات فصلی در وضعیت شوری خاک و نوع گیاه بستگی دارد. در یک آزمایش مزرعه‌ای که در زمینهای آلوده به پساب‌های شور حاصل از

1- Niche seeder

فعالیت‌های نفتی انجام شد، اثرات فصل کاشت (کشت پاییزه و بهاره) بر جوانه‌زنی و عملکرد گیاهان شورزی *Atriplex prostrata*، *Hordium jubatum*، *Salicornia europaea*، *Spergularia marina* و *Suaeda calceoliformis* بررسی گردید (۳۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی و بقا برای گونه‌های *A. prostrata* و *S. marina* با کاشت بهاره، و برای *H. jubatum* با کاشت پاییزه حاصل شد. فصل کاشت اثری بر جوانه‌زنی و بقای دو گونه شورزی دیگر نداشت. کاشت بهاره *A. prostrata* و *S. calceoliformis* و کاشت پاییزه *H. jubatum* و *S. marina* بیشترین عملکرد را داشتند. شوری بالای خاک اثرات منفی بر درصد بقا و عملکرد کاشت بهاره *A. prostrata*، *H. jubatum* و *S. marina* داشته است، لیکن، تأثیر معنی‌داری بر کاشت پاییزه نداشت. علت این امر ریشه‌دهی زودتر و تولید ریشه و توسعه بیشتر ریشه‌ها در کاشت پاییزه بود، که آنها را نسبت به شوری‌های زیاد و نوسانات مقادیر رطوبت در سطح خاک سازگارتر می‌ساخت (۳۱).

به طور معمول، قدرت جوانه‌زنی بذرهای گیاهان شورزی علفی نسبت به انواع دیگر گیاهان شورزی کمتر است (۳۲). از این رو، بهترین روش ازدیاد و کاشت این نوع از گیاهان شورزی استفاده از ریزوم (نیساگ) آنها است. دو گونه علوفه شورزی *Sporobolus virginicus* و *Distichlis spicata* توانمندی بسیار زیادی در تولید علوفه با کیفیت مرغوب (به ویژه با درصد نمک مناسب در اندام‌های هوایی) در شوری‌های بسیار زیاد (۳۰ دسی‌زیمنس بر متر) دارند (۱۸). در تحقیقات بلند مدتی که در مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA) در کشور دبی به منظور به‌زراعی این دو علوفه صورت گرفته است، هر دو گونه از طریق کاشت ریزوم در مزارع آزمایشی مستقر گردیدند. فاصله کاشت ریزوم بستگی به زمان مورد نظر برای پوشش سطح مزرعه دارد. در آزمایشات مرکز مذکور، عملکرد علوفه‌ها در فواصل کاشت ۳۰×۳۰ و ۶۰×۶۰ سانتی‌متر به یک اندازه بود، لیکن، در فواصل کاشت ۳۰×۳۰ سانتی‌متر، زمین در مدت

زمان کوتاه‌تری از گیاه پوشیده شد[۱].

به طور معمول، بسیاری از گونه‌های شورزی مناسب برای شورورزی، مانند گیاه آتریپلکس و گونه‌های درختی، چند ساله می‌باشند. از این رو، استفاده از نهال و نشاکاری احتمال استقرار موفقیت آمیز گیاهان شورزی را در مزرعه افزایش می‌دهد. در آزمایشی که در جزیره قشم انجام شد، پس از ۴ هفته از انتقال نهال‌های آتریپکس هالیموس (*A. halimus*) به مزرعه، ریشه گیاه به پایداری کامل رسید، و به تدریج آب آبیاری لب‌شور با مقادیر ۲۵ ، ۵۰ و ۱۰۰ درصد آب دریا جایگزین آب آبیاری گردید. در این آزمایش بوته‌های آتریپکس که در آذر ماه به خاک مزرعه انتقال یافته بود، در فروردین ماه به عرض متوسط ۱۳۰ و ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متر رسید (۱۵). در شرایط اقلیمی ایران زمان مناسب برای انتقال نشاها به زمین اصلی اواسط فصل پاییز یا اواخر زمستان می‌باشد.

بوته‌کاری با گونه آتریپلکس لنتی‌فورمیس (*A. lentiformis*) در منطقه کویر سیاه کوه استان یزد، در بهار سال ۱۳۷۱ با فواصل کاشت ۲، ۴ و ۶ متر و هرس هر ساله، دو ساله و سه ساله با سطوح برش هرس کامل، هرس از ارتفاع ۲۰، ۴۰ و ۶۰ سانتی‌متری به مدت ۹ سال انجام گرفته است (۲). هرس هر ساله از ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری در فاصله کاشت ۲ متر بیشترین تولید کمّی علوفه را داشت و به عنوان فاصله کاشت و نوع هرس مناسب در این عرصه بوته‌کاری شده معرفی گردید (۳). همچنین، فاصله کاشت و زمان هرس تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین خام، میزان انرژی متابولیسمی و درصد مواد معدنی کلسیم و فسفر نداشت لیکن، با توجه به میزان دسترسی به علوفه، خوشخوراکی و میزان مصرف علوفه در چرای آزاد دام‌ها، تیمار مذکور از نظر کیفیت علوفه نیز تیمار برتر بود (۲). نظر برخی از کارشناسان خبره در زمینه تولید اقتصادی گیاهان شورزی بر این است که در مزارع تولید علوفه از گیاه آتریپلکس، فواصل کاشت باید ۱×۱ متر باشد، تا زمین سریع‌تر پوشش داده شده و مزرعه زودتر آماده چین‌برداری گردد. در این

۱- دکتر شعیب اسماعیل، عضو هیئت علمی مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست، دبی، امارات متحده عربی، تماس شخصی

صورت عملکرد کل علوفه در سال نیز زیادتر خواهد بود[۱].

تراکم کاشت قلمه یا نهال در جنگل‌زراعی با درختان شورزی به هدف کشت بستگی دارد. به طور معمول در برنامه‌های جنگل‌زراعی، درخت با هدف مصرف به عنوان چوب صنعتی، چوب ساختمانی، شمع یا راژه کشت می‌شود، که در این صورت فواصل کاشت از چوب صنعتی به راژه کاهش می‌یابد. تراکم کشت چند گونه از درختان متحمل به شوری از جمله درخت آکاسیا در یک آزمایش ۳/۵ ساله بررسی شده است. هدف تعیین تراکم مناسب برای تولید زیست توده به منظور کاربرد در تولید انرژی بوده است. فاصله کاشت ۰/۵×۰/۵ متر بیشترین عملکرد در هکتار را داشت، ولی با افزایش فاصله کشت، زیست توده در هر درخت افزایش یافت و در نهایت، فواصل کاشت ۱×۱ یا ۱/۵×۱/۵ متر توصیه گردید (۳۸). رشد چند گونه درختی در نوعی خاک با شوری متوسط و بافت لوم رسی شنی (با زهکشی داخلی خوب) به مدت ۷/۵ سال نیز بررسی شده است (۴۸). درختان به صورت نهال‌های ۶۰ سانتی‌متری در کف فارو (عرض ۴۰ و عمق ۲۰ سانتی‌متر) دست کاشت شدند، به طوری که فاصله بین درختان و ردیف‌ها ۲ متر بود. درختان به مدت یک سال با آب مطلوب کانال آبیاری شدند، و پس از آن تا انتهای دوره آزمایش تحت شرایط طبیعی و بدون هیچگونه آبیاری رشد نمودند. بافت نسبتاً سبک خاک، آبشویی نمک‌ها را به خارج از محدوده ریشه‌ها در فاروها تسریع کرد، که این امر باعث استقرار و رشد مناسب در تقریباً کلیه گونه‌های مورد مطالعه گردید.

در نظام‌های جنگل‌زراعی و احداث باغ (مانند درخت گز روغنی)، در صورت استفاده از فواصل کاشت عریض، می‌توان اقدام به کشت راهرویی یا دالانی[۲] نیز نمود. *زراعت راهرویی* نوعی از زراعت مبتنی بر حفاظت است که در آن گیاهان زراعی در راهروها یا دالان‌هایی که توسط درختان یا درختچه‌ها شکل گرفته، به منظور بهبود و تسریع در بازسازی حاصلخیزی خاک و حفاظت از آن، کشت و تولید می‌گردد. در کشاورزی شورورزی، این گیاهان زراعی می‌توانند گیاهان علوفه‌ای یا دارویی شورزی نیز باشند.

۱- دکتر مجتبی نقوی، رئیس سابق مرکز تحقیقات کشاورزی سازمان انرژی اتمی پاکستان، نیاب، پاکستان، تماس شخصی

2- Alley cropping

۴-۴- عملیات فصل رشد (داشت)

مهمترین عملیات زراعی پس از استقرار گیاه و در طول دوره فصل رشد، کوددهی، آبیاری و مبارزه با آفات، بیماریها و علفهای هرز مزرعه می‌باشد.

۴-۴-۱-کوددهی و آبیاری

مصرف کود در این مرحله، در صورتی که کشاورز از ابتدای فصل تصمیم به تقسیط کود داشته، باید انجام گیرد. در مراتع شورزی جنوب کشور استرالیا، کاربرد ۲۳ کیلوگرم بر هکتار کود نیتروژن به دفعات در فصل پاییز و ۴۵ تا ۶۰ کیلوگرم بر هکتار در اواخر فصل زمستان توصیه شده است (۱۶).

بزرگترین هزینه در کشاورزی آبی (فاریاب) پمپاژ آب است. هزینه پمپاژ به طور مستقیم با مقدار آب پمپاژ شده و ارتفاعی که آب به آن رسانیده می‌شود، متناسب است (۲۷). هر چند کشت گیاهان شورزی در سواحل دریاها بیشتر از گیاهان زراعی رایج نیازمند آب است، لیکن، این مزارع به دلیل هم سطحی نسبی با دریا نیازمند کشش[1] آب کمتری هستند، در حالی که در آبیاری گیاهان زراعی رایج آب از اعماق بیش از ۱۰۰ متر نیز پمپاژ می‌شود. به همین دلیل، *کشاورزی آب دریا* در نواحی خشک ساحلی از این حیث به صرفه است.

Glenn و همکاران (۲۷) اذعان می‌دارند که آبیاری با آب دریا نیازمند به استفاده از ادوات ویژه‌ای نیست، به طوری که در مزارع آزمایشی بزرگی که آنها احداث کردند، علاوه بر بوم‌های متحرک، از انواع آبیاری سطحی، مانند کرتهای بزرگ نیز استفاده گردید. سه روش آبیاری قطره‌ای، بابلر[2] و فارو (جوی و پشته) در بررسی آبیاری پنج گونه علوفه شورزی در استان یزد با آب آبیاری با شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر مورد استفاده قرار گرفت (۴۳). در این بررسی، آبیاری قطره‌ای کمترین عملکرد را داشت، که علت آن شوری زیاد آب و گرفتگی قطره‌چکان‌ها عنوان گردید. اختلاف عملکرد علوفه در

1- Lifting
2- Bubbler

روش‌های آبیاری بابلر و فارو معنی‌دار نبود، لیکن، کارآیی مصرف آب در روش بابلر بیشترین و در روش فارو کمترین بود (۴۳). به نظر می‌آید که بتوان با روش‌های آبیاری سطحی، که کشاورزان بیشتر با آن آشنا هستند، این گیاهان را با عملکرد مطلوب تولید کرد، و با توجه به اینکه علوفه‌های شورزی مورد بررسی متحمل به خشکی نیز می‌باشند، شاید بتوان با برنامه‌ریزی آبیاری (تناوب بیشتر آبیاری) به کارآیی مصرف آب مطلوب نیز دست یافت. به احتمال زیاد آبیاری این گیاهان در فصل تابستان و آبیاری با فواصل طولانی در فصول دیگر سال بتواند کارآیی مصرف آب مناسبی را حاصل نماید، که این زمینه قابل بررسی و نیازمند پژوهش‌های بیشتری است.

قابل ذکر است که در صورتی که سطح آب زیرزمینی کم‌عمق باشد، و گیاه شورزی مورد نظر دارای ریشه‌های عمیق و متحمل به شرایط ماندابی نیز باشد، گیاه می‌تواند بخشی یا تمامی نیاز آبی خود را از طریق آب زیرزمینی تأمین نماید، که در این صورت نیازی به آبیاری سطحی نمی‌باشد. همچنین، برخی از گیاهان شورزی، توانایی جذب آب از رطوبت هوا در نواحی مرطوب را داشته، و می‌توانند بخشی از نیاز آبی خود را از این طریق و یا استفاده از شبنم تأمین نمایند.

آبیاری نقش به سزایی در افزایش عملکرد گیاهان شورزی دارد. آنچه که برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان شورزی را از سایر گیاهان متمایز می‌کند، پتانسیل ماتریکی است که در آن پژمردگی دائم گیاهان شورزی اتفاق می‌افتد. میزان این پتانسیل برای این گیاهان، به ویژه شورزی‌های متحمل به خشکی (خشک شورروی[1]) کمتر از ۱۵- بار که نقطه پژمردگی اکثر گیاهان عادی است، می‌باشد. پتانسیل ماتریک گیاهان خشک‌زی[2]، و در نتیجه خشک شورروی‌ها، ۳۵- بار گزارش شده است (۳۳). همچنین، با توجه به متحمل بودن اکثر گیاهان شورزی به خشکی، درصد تخلیه مجاز رطوبت خاک برای آنها بیشتر از گیاهان معمولی می‌باشد. این دو ویژگی که در افزایش تناوب آبیاری‌ها و استفاده بهتر از آب توسط این گیاهان مؤثر است، باید در محاسبات برنامه‌ریزی آبیاری این گیاهان مد نظر قرار گیرد. در مطالعه آبیاری دو علوفه شورزی *Sporobolus virginicus* و *Distichlis spicata* در مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA) با آبهای شور

1- Xerohalophytes
2- Xerohalophytes

۱۰، ۲۰ و ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر، سه سطح آبیاری برابر تبخیر-تعرق پتانسیل، ۱/۵ برابر و ۲ برابر آن بررسی گردید (۱۸). قابل ذکر است که در این آزمایش بلند مدت، تأثیر آبیاری بر عملکرد علوفه‌های شورزی کمتر از تأثیر تغذیه و مصرف کود بر عملکرد گیاهان بود. سطح آبیاری ۱/۵ برابر و ۲ برابر تبخیر-تعرق پتانسیل بالاترین عملکرد را، به ترتیب، برای *S. virginicus* و *D. spicata* در کلیه سطوح شوری آب، داشتند (۱۸). هر چند در مطالعات و پژوهشهای علمی از تجهیزات و وسایل مختلف برای تعیین زمان آبیاری استفاده می‌گردد، لیکن، در مزارع و باغات گیاهان شورزی، می‌توان با بهره‌گیری از روشهای تجربی و کم هزینه، تا حد زیادی زمان شروع و خاتمه زمان آبیاری را مشخص نمود. در این صورت، استفاده از روش لمسی در تعیین بافت و میزان رطوبت خاک می‌تواند بسیار مفید باشد.

۴-۴-۲-آفات و بیماریها

پژوهش در زمینه آفات و بیماری‌های گیاهان شورزی بسیار ناچیز می‌باشد. در حقیقت اکثریت توصیه‌ها در این زمینه، بر اساس تجربیات و مشاهدات تولیدکنندگان و محققین در جریان پژوهش بر روی این نوع گیاهان و با اهداف دیگر، به دست آمده است. به طور کلی، در شورورزی سعی بر این است که از گیاهان شورزی بومی در تولید اقتصادی گیاهان کشاورزی در عرصه‌های شور استفاده گردد. به طور معمول، گیاهان در زیست‌بوم‌های طبیعی خود در یک حالت تعادل با دیگر عوامل زنده آن زیست‌بوم به سر می‌برند، که این امر حشرات و عوامل بیماری‌زای موجود را نیز در بر می‌گیرد. از این رو، گیاهان شورزی در محیط طبیعی خود با جمعیت حشرات و عوامل بیماری‌زا نیز به نوعی تعادل اکولوژیکی رسیده‌اند. در این شرایط دشمنان طبیعی آن آفات و عوامل بیماری‌زا به طور طبیعی آنها را کنترل کرده، و گیاه به رشد و گسترش طبیعی خود ادامه می‌دهد. از آنجا که تولید گیاهان شورزی در شورورزی، تا حد ممکن در شرایط بسیار مشابه با زیست‌بوم طبیعی آن گیاهان انجام می‌گیرد، بروز گسترده آفات و بیماری‌ها قابل انتظار به نظر نمی‌رسد، و دشمنان طبیعی آن آفات و عوامل بیماری‌زا جمعیت آنها را در محدوده کمتر از حد بحرانی کنترل می‌نمایند. برای مثال، در طرح

بوته‌کاری گیاه آتریپلکس در منطقه چاه افضل استان یزد، طبق مشاهدات با افزایش رشد و استقرار آتریپلکس، جمعیت موش‌ها در منطقه افزایش چشمگیری یافت. متعاقب این امر جمعیت مارها نیز فزونی داشت، و در انتهای زنجیره غذایی، جمعیت عقاب‌های منطقه نیز به طور چشمگیری افزایش یافت. در طرح تحقیقات بلند مدت مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA) با دو گونه علوفه شورزی که در قبل به آنها اشاره شد، در طول مدت اجرای طرح مشکلی از حیث بروز آفات و بیماریها مشاهده نگردید و نیازی به استفاده از آفت‌کش پدید نیامد[۱].

استفاده از گونه‌های غیربومی سازگار در بسیاری از طرحهای مبارزه با بیابان‌زایی، اعم از عرصه‌های شور یا غیرشور، و ایجاد یا احیای مراتع گیاهان شورزی، در ایران و دیگر کشورهای جهان مرسوم است. لیکن، در مبادرت به انجام این کار بررسی همه جانبه عواقب بوم‌شناختی و زیست محیطی بهره‌برداری از گونه‌های غیربومی الزامی است، تا این نوع گونه‌های غیربومی به صورت گونه‌های مهاجم و آفت برای گونه‌های گیاهی بومی بروز ننماید. استفاده از کهور پاکستانی (یک گونه غیربومی در ایران) در احیای عرصه‌های بیابانی ساحلی و جنوب کشور مثال بارزی در این مورد است، که نگرانی بسیاری از کارشناسان منابع طبیعی و بوم‌شناسی کشور را برانگیخته است. در صورت استفاده از گونه‌های غیربومی، احتمال بروز آفات و بیماریها در آنها افزایش می‌یابد، زیرا آنها در شرایطی مشابه، و نه به طور کامل یکسان، با زیست‌بوم طبیعی خود زندگی می‌کنند. برای مثال، امکان کاشت و تولید گیاه شورزی آمارانت ساحلی (*Amaranthus pumilis*) که گیاهی یک ساله بوده و به طور طبیعی در سواحل شنی رشد می‌کنند، در زمینهای غیرشنی و لومی در کشور آمریکا بررسی گردید (۵۴). نتایج این بررسی نشان داد که تولید این گیاه شورزی در زمینهای غیرشنی امکان‌پذیر است، لیکن، حشرات و کرمهای رایج باعث ایجاد خسارت به محصول خواهند شد (۵۴). در نهایت، با مصرف سموم شیمیایی حشرات مهار و کنترل شدند. کشت و بهره‌برداری از *Chenopodium quinoa* که در فصل سوم به مصرف خوراکی آن اشاره شد، از اواسط دهه ۱۹۹۰ در کشور دانمارک و برخی کشورهای اروپایی به منظور تولید غله و علوفه، مورد توجه قرار

۱- دکتر غالب الحدرامی، عضو هیئت علمی دانشگاه امارات متحده عربی، العین، امارات متحده عربی، تماس شخصی

گرفت. این گیاه بومی مناطق کوهستانی رشته کوههای آند در آمریکای مرکزی است. مهمترین آفات این گیاه در آمریکای مرکزی *Eurysacca quinoae* و *E. melanocampta* می‌باشند (۴۹). نتایج یک مطالعه بر آفات این گیاه نشان داد که هر چند تا قبل از سال ۲۰۰۵ میلادی خسارات ناشی از آفات در این گیاه در کشور دانمارک بسیار ناچیز بوده است، لیکن، پس از آن سال حشرات و آفات بومی، به عنوان آفات جدید این گیاه در این کشور در آمدند و باعث ایجاد خسارات جدی به رشد و عملکرد محصول گردیدند (۵۳). در طی سالهای ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷، در هر سال یک حشره و آفت جدید در این گیاه بروز و شناسایی گردید، که در شرایط طبیعی این گیاه در مناطق کوهستانی آند وجود نداشت.

شش گونه حشره بالدار و ۸ گونه حشره غیربالدار از گونه‌های مختلف آتریپلکس در کشور انگلستان به عنوان میزبان استفاده می‌کنند، که برخی از آنها در گیاهان شورزی سالیکورنیا و سیاه شور (Suaeda) نیز مشاهده شده‌اند (۴۶). در برخی از مناطق کشور استرالیا، کنه خاکی پا قرمز[1] آتریپلکس نومولاریا را آلوده می‌سازد (۵۸). مهمترین آفت گیاهان شورزی خرگوش و جوندگان هستند، که از نهال‌های تازه کاشت و تنه درختچه‌ها و درختان جوان تغذیه می‌نمایند. در طرح تحقیقاتی سازمان انرژی اتمی ایران در منطقه چاه افضل یزد، این حیوانات بیشترین خسارت را به نهال‌های کاشته شده وارد می‌ساختند. البته، این آفات، به ویژه جوندگان، در باغات کشاورزی رایج نیز مشاهده می‌شوند. از این رو، می‌توان از نظرات کارشناسی متخصصین مبارزه با آفات در کنترل و مبارزه با آنها استفاده نمود.

همانطور که در بالا عنوان شد، گیاهان شورزی می‌توانند میزبان حشرات مختلف باشند. این حشرات از برگ و ساقه گیاهان تغذیه کرده و باعث بروز خسارت به آنها می‌گردند. لیکن، قابل توجه است که برخی از این حشرات آفات محسوب نشده، و به عنوان حشرات شکارچی در کنترل طبیعی دیگر آفات عمل می‌نمایند. برخی از گیاهان شورزی می‌توانند زیستگاه مناسبی را برای حشرات مفید فراهم نمایند، و از این رو، در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات یا کنترل زیستی آفات و بیماریها به کار روند (۲۶).

1- Red legged earth mite

برای مثال، گیاه آتریپلکس کانسنس میزبان مناسبی برای حشرات مفیدی مانند زنبور شکارچی[1]، کفشدوزک و برخی دیگر انواع حشرات شکارچی می‌باشد (۲۰).

۴-۴-۳- مدیریت علفهای هرز

کنترل علفهای هرز در مزارع و باغات شورورزی پس از کاشت نهال و در سال اول احداث مزرعه یا باغ بسیار اساسی می‌باشد. پس از استقرار نهال و پوشش سطح خاک، بوته‌ها و یا درختان شورزی کاشت شده توان بیشتری برای مقابله با علفهای هرز و کنترل آنها را خواهند داشت. نوع علفهای هرز بستگی به شرایط منطقه دارد. برای کنترل علفهای هرز در مزارع شورورزی می‌توان از روشهای مرسوم دستی (وجین)، مکانیکی و شیمیایی در کشاورزی رایج بهره‌برداری کرد. در صورت لزوم، از نظرات کارشناسی متخصصان مربوطه در محل نیز می‌توان استفاده نمود.

۴-۵- برداشت محصول

گیاهان شورزی با اهداف مختلفی کشت می‌شوند. در برخی مواقع مانند ایجاد مرتع برای چرای دام‌ها، احداث بادشکن، ایجاد فضای سبز و مبارزه با بیابان‌زایی که کاربرد گیاه در حفظ آن است، نیاز به برداشت نمی‌باشد. در تولید زراعی گیاهان شورزی، مانند تولید علوفه، دانه روغنی و چوب، باید گیاهان را برداشت کرد. در برنامه جنگل‌زراعی درختان شورزی برداشت محصول چوب پس از مدت زمان لازم برای رشد درخت به اندازه مورد نظر، که ممکن است به چند سال نیز برسد، انجام می‌گیرد. در تولید گیاهان شورزی یک ساله، مانند گیاه سالیکورنیا، همانند محصولات زراعی رایج، برداشت به هنگام رسیدن دانه انجام می‌گیرد. فصل رشد سالیکورنیا به طور معمول بین ۸ تا ۱۱ ماه می‌باشد. در باغات شورورزی محصول مورد نظر میوه و دانه (بذر) برای مصرف خوراکی، استحصال روغن و ترکیبات دارویی و شیمیایی است که زمان برداشت به هنگام رسیدگی محصول یا اندام مورد نظر می‌باشد.

1- Lacewing

برداشت علوفه از مزارع علوفه‌های شورزی، به منظور سیلوسازی، مصرف در واحدهای دامپروری یا عرضه به بازار فروش، بهتر است که به صورت چند چین در سال به انجام رسد. این روش، به ویژه در مورد علوفه‌های گیاهان نیمه خشبی مانند آتریپلکس، به رشد سرشاخه‌های جدید و با درصد نمک کمتر، و از این رو، افزایش کیفیت و خوشخوراکی علوفه کمک شایانی می‌نماید. در پژوهش بلند مدت مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست (ICBA) با دو گونه شورزی علفی که در قبل به آن اشاره شد، تفاوتی در عملکرد کل سه و چهار چین در سال مشاهده نشد (۱۸). از این رو، به منظور افزایش کارآیی عملیات زراعی سه چین در اواخر خرداد، اواخر مرداد و اواخر آبان ماه توصیه گردید (۱۸). تعداد دفعات برش یا چرای دام تأثیر معنی‌داری بر بقای چند گونه از گیاه شورزی آتریپلکس نداشت، که نشان دهنده تحمل زیاد این گونه‌ها به چین‌برداری و چرای دام‌ها است (۱۸).

ارتفاع برش در مزارع علوفه‌های شورزی، به ویژه گیاه آتریپلکس، اهمیتی اساسی و ویژه در مدیریت کشت تجاری این گیاهان دارد. در طرح بوته‌کاری عرصه‌های طبیعی کویر سیاه کوه یزد با آتریپلکس (*A. lentiformis*) بیشترین درصد تلفات (بیش از ۷۵ درصد) بر روی بوته‌های کف‌بر رخ داد، و در مقابل، ارتفاع برش ۶۰ سانتی‌متر (هرس هر ساله) بیشترین مقدار علوفه را تولید نمود (۲). برش چند گونه آتریپلکس از ارتفاع ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متری از سطح زمین (چین‌برداری در طول سال) به طور معنی‌داری رشد مجدد آنها، و در نتیجه، عملکرد علوفه را کاهش داد، در حالی که برش از ارتفاع ۴۵ سانتی‌متری به طور معنی‌داری رشد مجدد و عملکرد علوفه را افزایش داد (۱۷).

دستگاه‌های خاصی برای برداشت این گیاهان طراحی نشده است، و به طور معمول از ادوات و دستگاه‌های رایج استفاده می‌گردد. در صورت توسعه موفق زراعت این گیاهان، بسته به خصوصیات هر گیاه شورزی، دستگاه‌هایی که برای برداشت و عمل‌آوری گیاهان زراعی یا باغی با خصوصیاتی مشابه وجود دارد، اصلاح و تعدیل شده و برای برداشت این گیاهان از آنها استفاده خواهد شد. برای مثال، برای برداشت شورزی‌های علوفه‌ای می‌توان با تعدیل و تنظیم‌هایی خاص از ماشین‌آلات برداشت و بسته‌بندی گیاهانی مانند یونجه، ذرت علوفه‌ای و یا کاه و کلش گندم استفاده کرد. همچنین، برای برداشت درختستان‌های گز و اکالیپتوس که به منظور تولید چوب احداث شده است، می‌توان از

دستگاه‌های برداشت چوب باغاتی مثل صنوبر استفاده کرد. در برداشت جنگل‌زراعی گز، قطع درختان با اره برقی و از فاصله ۱۰ تا ۱۵ سانتی متری سطح زمین انجام می‌گیرد. در زمان برداشت قطر تنه گز باید حداقل ۶ و حداکثر ۱۵ سانتی‌متر باشد تا از نظر تولید اقتصادی و از نظر استفاده در کارگاه‌ها و کارخانجات فرآوری چوب مطلوب باشد (۱۰). برداشت علوفه، به ویژه علوفه گیاه آتریپلکس، با داس و اره باغبانی مشکل بوده و در سطح وسیع و تجاری کارآیی لازم را ندارد. استفاده از دروکن‌های معمولی نیز باعث فرسودگی دستگاه و له شدگی ساقه‌های آتریپلکس می‌گردد (۲). استفاده از سیستم رفت و برگشتی تیغه‌ها (برش قیچی) با مکانیزم لنگی خارج از مرکز در ماشین‌آلات مناسب برداشت ساقه‌های یک ساله آتریپلکس و سیستم برش دیسک مضرس (اره‌ای) برای برداشت ساقه‌های دو و سه ساله توصیه شده است (۴). برداشت مزارع گیاه سالیکورنیا با دستگاه‌های کمباین معمولی انجام می‌گیرد.

۴-۶- عملیات پس از برداشت

عملیات پس از برداشت گیاهان شورزی شبیه گیاهان مشابه در کشاورزی رایج است و دارای پیچیدگی خاصی نمی‌باشد. در حقیقت، همانند کشاورزی رایج، هدف اصلی در این مرحله عرضه محصول به بازار فروش و نگهداری و عمل‌آوری آن تا هنگام عرضه است. علوفه‌های حاصل از گیاهان شورزی علفی را می‌توان با دستگاه‌های موجود برای برداشت و بسته‌بندی علوفه‌های معمول در کشاورزی رایج، بسته‌بندی و به انبار یا بازار منتقل نمود. علوفه‌های آتریپلکس را ممکن است بتوان با دستگاههای بسته‌بندی موجود برای کاه و کلش گندم، بسته‌بندی نمود. دانه‌های روغنی شورزی، مانند گیاه سالیکورنیا، را می‌توان با دستگاه‌های روغن‌کشی معمولی استحصال کرد. استخراج ترکیبات دارویی و شیمیایی نیز توسط کارخانجات و آزمایشگاههای تخصصی انجام می‌گیرد.

تناوب زراعی در شورورزی امکان‌پذیر می‌باشد. در یکی از مناطق کشور هند، کشاورزان به مدت ۴ سال گونه‌های درختی گیاهان شورزی را در زمینهای بسیار شور کشت کرده، و پس از برداشت چوب، به مدت ۳-۲ سال در همان زمین محصولات غذایی رایج را کشت می‌نمایند (۲۵)، و سپس همان تناوب را ادامه می‌دهند. از این رو، از جمله

فعالیتهای پس از برداشت محصول از مزارع یا باغات شورورزی اقدام به اجرا نمودن تناوب زارعی، در صورت صلاحدید تولیدکننده، می‌باشد. همچنین، در مزارع تجاری گیاهان چند ساله شورزی، پس از برداشت محصول و قبل از شروع فصل جدید زراعی، می‌توان اقدام به کوددهی محصول برای فصل رشد بعدی نمود.

۴-۷- توصیه‌ها و پیشنهادات

آبیاری با آب‌های شور و استفاده از انواع کود به ویژه کودهای زیستی، در تولید تجاری گیاهان شورزی توصیه می‌گردد. در تولید علوفه‌های شورزی، حداقل سه نوبت چین‌برداری در طول سال توصیه می‌شود، که البته توجه به ارتفاع برش ضروری است. در صورت برش از ارتفاع نامناسب، عملکرد به طور محسوسی کاهش خواهد داشت.

تحقیقات کاربردی در زمینه به‌زراعی تولید اقتصادی و تجاری گیاهان شورزی، به دلیل تنوع گیاهان شورزی و نوپا بودن شورورزی، اندک و به صورت پراکنده در برخی از گزارش‌های پژوهشی نوشته شده است. به دلیل نیازهای خاص هر گروه از گیاهان شورزی، مدیریت زراعی هر یک از آنها متفاوت می‌باشد. از این رو، در طی فرآیند تولید، ممکن است کشاورز به مسائلی برخورد نماید یا سؤالاتی را مطرح سازد که دسترسی به جواب آنها به سهولت امکان‌پذیر نبوده، و یا پژوهشی در آن مورد صورت نگرفته باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد که قطعه‌ای از هر مزرعه یا باغ شورورزی، به عنوان قطعه آزمایشی یا تحقیقاتی، برای بررسی راهکارهای بهبود مدیریت زراعی گیاه کشت شده، اختصاص یابد. در این قطعه، کشاورز می‌تواند پاسخ برخی از سؤالات خود در زمینه نیاز کودی، نیاز آبی و عملیات آبیاری، چین‌برداری و ارتفاع برش، و کاربرد ادوات مختلف زراعی را برای بهبود مدیریت، افزایش عملکرد و اقتصادی‌تر نمودن چرخه تولید گیاه کشت شده دریافت نماید.

فعالیتهای مختلف و متنوعی در زمینه شورورزی در فصل سوم معرفی گردید. بسیاری از این فعالیتها قابلیت تلفیق با یکدیگر را دارند، که این امر در افزایش بهره‌وری از نهاده‌ها و کاهش مخاطرات اقتصادی نقش مهمی می‌تواند ایفا نماید. توصیه می‌گردد که تولید زراعی گیاهان شورزی اقتصادی با فعالیتهایی مانند دامداری و دامپروری (به ویژه پرورش شتر)، آبزی‌پروری و صنایع جانبی مربوطه تلفیق و اجرا گردد.

۴-۸- فهرست منابع

۱- باغستانی میبدی، ن. ۱۳۸۳. بررسی اثرات کوتاه مدت شدت‌های مختلف چرای بز بر برخی خصوصیات پوشش گیاهی و عملکرد دام در مراتع استپی یزد. رساله دکتری مرتعداری، دانشگاه تهران، تهران.

۲- باغستانی میبدی، ن. و م.ت. زارع. ۱۳۸۵. اثرات فاصله کاشت و نوع بهره‌برداری بر کیفیت علوفه گونه *Atriplex lentiformis* در حاشیه کویر سیاه کوه استان یزد. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۳، ص ۶۴-۵۵.

۳- باغستانی میبدی، ن.، ع. سندگل و ا. کریمی. ۱۳۸۴. اثرات فواصل کاشت و نوع هرس بر تولید و دیرزیستی گونه *Atriplex lentiformis* منطقه چاه افضل اردکان یزد. گزارش طرح پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، یزد.

٤- جعفری، ن. ۱۳۷۵. ساخت دستگاه اندازه‌گیری نیروی برش گیاهان و طراحی سیستم برش ماشین برداشت آتریپلکس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد ماشین‌آلات کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۵- رستگاری، س. ج.، ح. عباسعلیان، ف. مجد، ف. خورسندی، ا.ح. اخوتیان، ف. دهقانی، ت. مستطابی و ر. عمیدی. ۱۳۸۲. استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار به کمک تکنیک‌های هسته‌ای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای.

٦- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ الف. مطالعات امکان‌سنجی جهت گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان گلستان). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۷- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ ب. مطالعات امکان‌سنجی جهت گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان

یزد). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۸- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ ج. مطالعات امکان‌سنجی جهت گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان خوزستان). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۹- رنجبر، ا. ۱۳۷۰. بررسی ارزش غذایی دو گونه آتریپلکس کانسنس و لنتی‌فورمیس در مراحل مختلف فنولوژی در منطقه شهرستان قم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران.

۱۰- ریاحی، ا. و ر. خدایی. ۱۳۸۶. طرح احیاء و مدیریت مشارکتی شوره زارها با گونه مقاوم گز شاهی (طرح مشارکت مردمی بیابانزدایی). اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس. ۶۲ صفحه.

۱۱- سلماسی، ج. ۱۳۶۹. گیاه کالار گراس گیاهی برای اصلاح خاک‌های شور. (مترجم). نشریه شماره ۶۹/۱۵ مرکز اسناد و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی.

۱۲- شاهسوار، ا. ۱۳۸۳. انواع استفاده بوته‌زارها و جنگل‌های دست کاشت بیابانی. جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ص ۹۶-۹۰.

۱۳- عسکریان، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر شوری و خشکی بر جوانه‌زنی و استقرار نهال دو گونه مرتعی. مجله پژوهشی و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۶۴، صفحات ۷۱-۷۷.

۱٤- کریمی، ق. و ح. ارزانی. ۱۳۷۷. بررسی مناسب‌ترین زمان جمع‌آوری بذر گیاه قره-داغ (*Nitraria schoberi*) در کویر میقان اراک. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۳۹، صفحات ۲۱-۲۰.

۱۵- معظمی، ن. ۱۳۸۲. چکیده طرح کاشت دانه‌های روغنی با آب دریا. پژوهشکده بیوتکنولوژی، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران.

۱٦- هاشمی‌نیا، م.، ع. کوچکی و ن. قهرمان. ۱۳۷۶. بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. (ترجمه و تدوین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.

17- Abu-Zanat, M.W., G.B. Ruyle and N.F. Abdel-Hamid. 2004. Increasing range production from fodder shrubs in low rainfall areas. J. Arid Environ., 59(2):205-216.

18- Al-Dakheel, G. Al-Hadrami, S. Al-Shorabi and G. AbuRumman. 2006. Optimizing management practices for maximum production of two salt-tolerant grasses: *Sporobolus virginicus* and *Distichlis spicata*. The Seventh Annual U.A.E. University Research Conference. http://sra.uaeu.ac.ae/Conference_7/Proceedings/pdf/Food/CFS_73.pdf.

19- Alsaeedi, A.H. and A.M. Elprince. 2000. Critical phosphorus levels for Salicornia growth. Agron. J., 92:336-345.

20- Anonymous. Undated. Plants that attract beneficial insects. http://www.city.stratford.on.ca/naturally/documents/fact_sheet_plants_that_attract_beneficial_insects.pdf

21- Arya, S., O.P. Toky, R. Tomar, L. Singh and P.J.C. Harris. 1993. Seasonal variation in auxin-induced rooting of *Prosopis cineraria* stem cuttings. The International Tree Crops Journal, 7:249-259.

22- Asghari, H.R., P. Marschner, S.E. Smith and F.A. Smith. 2005. Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity. Plant and Soil, 273:245-256.

23- Aslam, Z., E.G. Barrett-Lennard and H. Greenway. 1988. Effects of external concentration of ($K^+ + Na^+$) and K^+/Na^+ on the growth and ion relations of *Atriplex amnicola*. J. Plant Physiol., 133:228-234.

24- Bashan, Y., M. Moreno and E. Troyo. 2000. Growth promotion of the seawater-irrigated oilseed halophyte *Salicornia bigelovii* inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant *Azospirillum* spp. Biol. Fertil. Soils., 32:265-272.

25- BOSTID. 1990. Saline Agriculture: Salt-tolerant plants for developing countries. Report of a Panel of the Board on Science and Technology for International Development, National Research Council.

26- Cervinka, V. 1994. Agroforestry farming for Se and salt management. *In* Frankenberger, W.T. and S. Benson (Eds). Selenium in the Environment. CRC Press, pp. 237-250.

27- Glenn, E.P., J.J. Brown and J.W. O'Leary. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, August:76-81.

28- Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1993. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. *In* Pessarakli, M. (Ed.) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 203-226.

29- Hwang, Y.H. and S.C. Chen. 2001. Effects of ammonium, phosphate, and salinity on growth, gas exchange characteristics, and ionic contents of seedlings of mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce. Bot. Bull. Acad. Sin., 42:131-139.

30- Jami Al-Ahmadi, M. and M. Kafi. 2006. Salinity effects on germination properties of *Kochia scoparia*. Asian Journal of Plant Sciences, 5(1):71-75.

31- Keiffer C.H. and I.A. Ungar. 2002. Germination and establishment of halophytes on brine-affected soils. Journal of Applied Ecology, 39(3):402-415.

32- Khan, M.A. 2006. Halophyte seed germination: Ecological perspective. International Symposium on Strategies for Crop Improvement against Abiotic Stresses. September 20, 2006, Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

33- Kohlmaier, G.H., F.W. Badeck, R.D. Otto, C.Hager, S. Donges, J. Kindermann, G. Wurth, T. Lang, U. Jakel, A. Nadler, P. Ramage, A. Klaudius, S. Habermehl and M.K.B. Ludeke. 1997. The Frankfurt Biospher Model: a global process-oriented model of seasonal and long-term CO_2 exchange between terrestrial ecosystems and the atmosphere. II. Global results for potential vegetation in an assumed equilibrium state. Climate Research, 8:61-87.

34- Korphage, M.L., B.G. Langhus and S. Campbell. 2003. Applied phyto-remediation techniques using halophytes for oil and brine spill scars. Kansas Corporation Commission, Wichita, Kansas.

35- Kramer, D. 1984. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. *In* Staples R.C. and G.H. Toenniessen (Eds). Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Cro Improvement. John Wiley and Sons, New York, pp. 3-15.

36- Langer, D.L., J.A. Jackson, R.W. Hemken and R.J. Harmon. 1985. Effect of level and source of phosphorus fed to dairy calves. J. Dairy Sci., 68(Suppl. 1):36.

37- Le Houerou, H.N. 1992. The role of saltbushes (*Atriplex* spp.) in arid

land rehabilitation in the Mediterranean Basin: a review. Agroforestry Syst., 18:107-148.

38- Madan, M., S. Sharma and R. Vimal. 1993. Trials on energy plantation on waste land. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:275-283, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

39- Malan, P.J. and N.F.G. Rethman. 2001. The use of stem cuttings to propagate *Atriplex nummularia* L. (Oldman saltbush) vegetatively. Grootfontein Agric. (South Africa), 3(1):4-6. Online: http://gadi.agric.za/articles/Malan_PJ/atriplex.htm

40- Morecombe, P.W., G.E. Young and K.A. Boase. 1996. Grazing a saltbush (*Atriplex-Maireana*) stand by Merino wethers to fill the "autumn feed-gap" experienced in the Western Australian wheat belt. Aust. J. Exp. Agric., 36:641-647.

41- Naidoo, G. 1987. Effects of salinity and nitrogen on growth and water relations in the mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. New Phytologist, 107:317-325.

42- Noaman, M.N. 2004. Effect of potassium and nitrogen fertilizers on the growth and biomass of some halophytes grown under high levels of salinity. J. of Agronomy. 3(1):25-30.

43- NSRC. 2006. Production of Halophytes as Forage Crops. Final report of the joint project between National Salinity Research Center (NSRC) and International Center for Biosaline Agriculture (ICBA), NSRC, Yazd, I.R. Iran.

44- Okusanya O.T. and I.A. Ungar. 1984. The growth and mineral composition of three species of *Spergularia* as affected by salinity and nutrients at high salinity. Am. J. But., 71:439-447.

45- Okusanya O.T. and T. Fawole. 1985. The possible role of phosphate in the salinity tolerance of *Lavatera arborea*. Journal of Ecology, 73:317-322.

46- Pitkin B., W. Ellis, C. Plant and R. Edmunds. 2008. The leaf and stem mines of British flies and other insects – Keys - Atriplex. http://www.ukflymines.co.uk/Keys/ATRIPLEX.html

47- PPK. 2001. Options for the productive use of salinity. National Dryland Salinity Program (www.ndsp.gov.au).

48- Qureshi, R.H., S. Nawaz and T. Mahmood. 1993. Performance of selected tree species under saline-sodic field conditions in Pakistan. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:259-269, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

49- Rasmussen, C., A. Lagnaoui and P. Esbjerg. 2003. Advances in the knowledge of quioa pests. Food Review International, 19:61-75.

50- Rueda-Puente, E.O., T.C. Cervantes, E. Troyo-Dieguez, J.L. Diaz de Leon, and B. Murillo-Amador. 2006. Penology and yield production of the halophyte *Salicornia bigelovii* (Torr.) with the association of nitrogen-fixing bacterium (*Klebsiella pnuemoniae* and *Azospirillum halopraeferens*). International Symposium on Strategies for Crop Improvement against Abiotic Stresses. September 20, 2006, Department of Botany, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.

51- Rush, D.W. and E. Epstein. 1981. Comparative studies on the sodium, potassium and chloride relations of a wild halophytic and a domestic salt-sensitive tomato species. Plant Physiol., 68:1308-1313.

52- Shanan, L., N.H. Tadmor, M. Evenari and P. Reiniger. 1970. Runoff farming in the desert: III. Microcatchments for improvement of desert range. Agron. J., 62:445-449.

53- Sigsgaard, L., S.E. Jacobsen and J.L. Christiansen. 2008. Quinoa, *Chemopodium quinoa*, provides a new host for native herbivores in northern Europe: Case studies of the moth, *Scrobipalpa atriplicella*, and the tortoise beetle, *Cassida nebulosa*. Journal of Insect Science, 8:49. Online: insectscience.org/8.49

54- Skaradek, W. and N. Murray. 2005. Survival of the coastal halophyte Sea beach Amaranth (*Amaranthus pumilis* Raf.) in loamy soils. Proceedings of the 14th Biennial Coastal Zone Conference, July 17-21, 2005, New Orleans, Louisiana.

55- Skeffington, M.J.S. and D.W. Jeffrey. 1985. Growth performance of an inland population of *Plantago maritima* in response to nitrogen and salinity. Vegetatio, 61:265-272.

56- Song, J., X. Ding, G. Feng and F. Zhang. 2006. Nutritional and osmotic roles of nitrate in a euhalophyte and xerophyte in saline conditions. New Phytologist, 171:357-366.

57- Tawfik, M.M. A.A. Bahr and A.K.M. Salem. 2006. Response of Kaller

grass (*Leptochloa fusca* L.) to biofertilizer inoculation under different levels of seawater irrigation. J. Applied Sciences Research, 2(12):1203-1211.

58- Viney, C. 2007. *Atriplex nummularia* – Growing native plants. http://www.anbg.gov.au/gnp/interns-2007/atriplex-nummularia.html

59- Vlahos, S., D. Nicholas and C. Malcolm. 2005. Calculating saltbush seeding rates. Available online: www.agric.wa.gov.au/content/LWE/VEGT/FN081/FN081_1991.htm

60- Waisel, Y. A. Eshel and M. Agami. 1986. Salt balance of leaves of the mangrove *Avicennia marina*. Physiol. Plant., 67:67-72.

61- Warren, B.E., T. Casson and D.H. Ryall. 1994. Production from grazing sheep on revegetated saltland in Western Australia. *In* V.R. Squires and A.T. Ayoub (Eds.) Halophytes as a Resource for Rehabilitation of Degraded Lands. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 263-265.

62- Zahran, M.A., M.A. El-Demerdash and I.A. Mashaly. 1993. On the ecology of *Juncus acutus* and *J. rigidus* as fiber producing halophytes in arid regions. *In* H. Leith and A. Al Masoom, (Eds). Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:331-342, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

فصل پنجم

آبیاری در شورورزی

۵-۱- مقدمه

استفاده موفقیت‌آمیز از منابع آب و خاک شور برای تولید محصولات کشاورزی چالشی است که در آن علاوه بر جنبه‌های فنی، توجه به شرایط اقلیمی، هیدروژئولوژی، اقتصادی و اجتماعی منطقه مورد نظر نیز ضروری می‌باشد. از این رو، برای کاهش زیان‌های کاربرد منابع شور و تولید پایدار محصول باید مجموعه‌ای از عملیات مدیریتی بکار گرفته شود. در برنامه‌ریزی عملیات مدیریت تلفیقی آب و خاک شور، طراح باید از پیامدهای منفی ناشی از کاربرد منابع شور در کشاورزی و همچنین، گزینه‌های مدیریتی قابل دسترس برای کاهش و کنترل این پیامدها آگاه باشد. راهبردهای مختلف باید ارزیابی شده و امکان کسب بیشترین بهره‌وری و سودمندی اقتصادی در این شرایط بررسی شود.

در تعیین و تنظیم راهبردهای مدیریت آب و خاک در شرایط شور توجه به این نکته که، پایداری تولید محصول در این نوع کشاورزی کمتر رایج همواره یک چالش واقعی محسوب شده، ضروری است. موضوع‌های مطرح شده در تحلیل پایداری را می‌توان در سه دسته عمده (الف) اثر بکارگیری منابع شور بر محیط زیست، (ب) اقتصاد کاربرد منابع شور و (ج) مجوزهای قانونی در محدوده کاربرد منابع شور، طبقه‌بندی و بررسی کرد. بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور بدون توجه به پیامدهای زیست محیطی آن می‌تواند موجب تخریب بیشتر منابع و تغییر گسترده‌تر اکولوژیکی منطقه مورد نظر شود. همچنین، کشاورزی در شرایط شور باید به لحاظ اقتصادی سودمند بوده و در آن، رعایت قوانین و مقررات جاری منطقه که به منظور حفاظت از منابع آب و خاک تنظیم و ارائه شده، الزامی است.

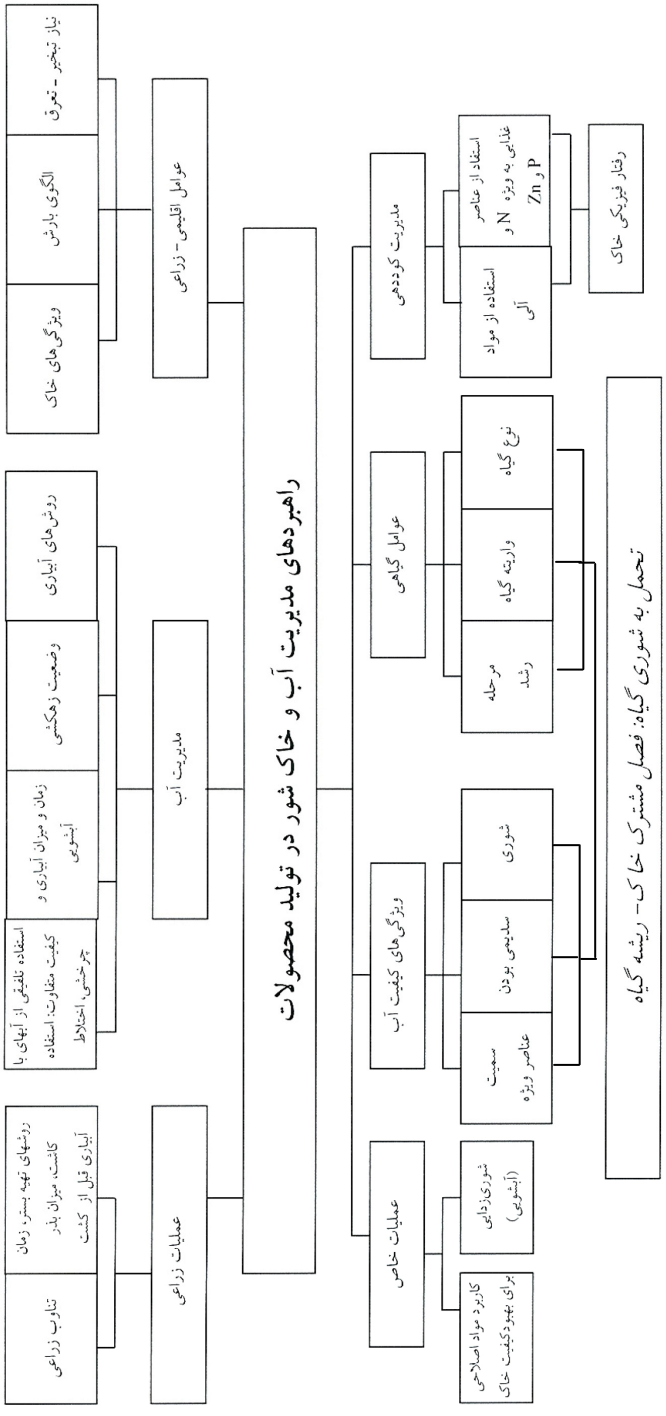
در شکل ۵-۱ مهمترین جنبه‌های فنی و زیست محیطی مرتبط با کشاورزی در شرایط شور (شورورزی) ارائه شده است. این شکل که جایگاه مدیریت آب در آن مشخص شده،

ممکن است ابزار مفیدی برای تشخیص پیامدهای کاربرد منابع شور تحت شرایط مشخص باشد. براساس نتایج به دست آمده از تحلیل این ترکیب پیچیده، عملیات مدیریتی مناسب می‌تواند به صورت مجموعه کامل یا جداگانه از فعالیت‌های مورد نیاز برای بهبود وضعیت کشاورزی تحت شرایط شور ارائه شود. تنگناهای سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و برنامه‌های اجرایی کاربرد منابع خاک و آب شور متنوع می‌باشد. مدیریت آب بخش بسیار مهم و مؤثر بر سایر عوامل مربوطه، محسوب می‌شود.

برای کشاورزی در شرایط شور، چالش‌های موجود در مدیریت کاربرد منابع آب و خاک در مزرعه می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- کنترل نمک‌های محلول انباشت شده در خاک محدوده توسعه ریشه گیاهان به حد مجاز (که می‌تواند مساوی حد آستانه تحمل شوری یا درصد مجاز کاهش محصول باشد)،
- جلوگیری از ماندابی شدن خاک،
- افزایش راندمان کاربرد و یکنواختی توزیع آب آبیاری،
- کاهش تلفات آب در فرآیندهای انتقال و توزیع،
- پایش کیفیت واقعی آب و انجام عملیات بهنگام برای کنترل شوری،
- کاهش نیاز آبیاری و در نتیجه کاهش مصرف آب‌های شور،
- استفاده از روش‌های مناسب آبیاری،
- بهبود و بکارگیری فن‌آوری‌های مرتبط با جمع‌آوری و استفاده از آب باران،
- توسعه توابع آب- عملکرد در شرایط شور،
- افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک،
- بهبود نفوذپذیری و حرکت آب در خاک،
- کاهش تبخیر از سطح خاک،
- شناخت روابط متقابل شوری و جذب عناصر غذایی توسط گیاهان،
- کاهش مصرف کودهای شیمیایی،
- افزایش مواد آلی خاک.

در این فصل، برخی از عملیات مدیریت آبیاری در شورورزی بیان می‌شود.



شکل ۵-۱- راهبردهای مدیریت کشاورزی در شورورزی

۵-۲- ارزیابی تناسب آب و خاک شور در شورورزی

معیار کلیدی در ارزیابی تناسب آب و خاک شور برای کشاورزی، میزان تحمل به شوری گیاهان می‌باشد. تحمل گیاهان به تنش شوری به صورت توانایی ذاتی گیاهان در مقابله با اثرات زیاد بودن غلظت نمک‌های محلول خاک در محدوده توسعه ریشه‌ها، بدون کاهش چشمگیر رشد و تولید عملکرد محصول تعریف می‌شود (۱۷). بنابراین، حد آستانه تحمل به شوری بر مبنای مقدار شوری قابل تحمل گیاه بدون کاهش معنی‌دار عملکرد محصول، تعیین می‌شود. با افزایش شوری خاک به بیشتر از حد آستانه، کاهش عملکرد محصول آغاز می‌گردد. بدیهی است که حد آستانه تحمل به شوری برای گیاهان متحمل بالا می‌باشد. بسیاری از گونه‌های شورزی[1] علاوه بر تحمل به شوری زیاد، رشد بهتری در شرایط شور داشته و قادر به خارج کردن مقادیر قابل توجهی از نمک‌ها از محلول خاک می‌باشند (۳۰ و ۳۱). کشت برخی از گیاهان شورزی حتی در شرایط بسیار شور و تحت آبیاری با آب دریا، موفقیت‌آمیز گزارش شده است (۲، ۶ و ۲۱). لیکن، ارزیابی تناسب آب و خاک شور به پیش‌بینی پیامدهای بهره‌برداری طولانی مدت از آب‌های شور وابسته بوده و تحقیقات بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. در روش‌های ارائه شده برای ارزیابی و طبقه‌بندی کیفیت آب آبیاری در کشاورزی رایج، به‌رغم تفاوت‌های موجود، بر استفاده از معیارهای تشخیص مسئله و تعیین عوامل محدودکننده مصرف، هماهنگی و توافق وجود دارد.

Ayers و Westcot در سال ۱۹۸۵، جداول راهنمای ارزیابی و تفسیر کیفیت آب آبیاری بر مبنای کل مقدار نمک‌های محلول (شوری)، سمیت و اثرات یون‌های ویژه نظیر سدیم، کلرید، بُر و بی‌کربنات را ارائه کرده‌اند (۳). در این جداول کاربرد آب آبیاری با شوری بر مبنای هدایت الکتریکی (EC_i) بیشتر از ۳ دسی‌زیمنس بر متر یا بر مبنای کل نمک‌های محلول (TDS) بیشتر از ۲ گرم بر لیتر، به عنوان آب دارای محدودیت شدید طبقه‌بندی شده است. در این راهنما و روش‌های مشابه تلاش می‌شود که بر یافتن پاسخ

1- Halophyte

به سؤال "چه آبی برای آبیاری مناسب است؟" به جای "با آب‌های دارای کیفیت نامطلوب چه می‌توان کرد؟"، تأکید شود. بنابراین، از معایب عمده بکارگیری چنین روش‌هایی در ارزیابی تناسب آب برای آبیاری، نادیده انگاشتن سایر عوامل مؤثر می‌باشد و در نتیجه این نوع ارزیابی‌ها، بخش عمده منابع آب‌های موجود به عنوان آب‌های نامناسب برای آبیاری طبقه‌بندی می‌شوند.

تنظیم استانداردهای مطلق و دقیق که به طور گسترده برای ارزیابی تناسب کاربرد آب‌های شور برای آبیاری در شرایط متفاوت قابل استفاده باشد، به سادگی امکان‌پذیر نیست. زیرا، تغییر در مقدار نمک‌های محلول در خاک پیچیده و پویا بوده و از عوامل زیادی تأثیر می‌پذیرد. بهتر است تناسب مصرف آب‌های شور برای آبیاری در شرایط محلی و با توجه به نحوه کاربرد، سودمندی اقتصادی و پیامدهای مصرف آنها ارزیابی شود. البته، پایداری مصرف همواره یک معیار کلیدی و محدودکننده محسوب می‌گردد.

به نظر می‌رسد که تاکنون، یک توافق نهایی و بین‌المللی برای پذیرش حدهای شوری حاصل نشده است. Schleiff در حالی که آب لب شور را مخلوطی از آب شور دریا و آب غیرشور جاری در رودخانه‌ها تعریف می‌کند، اعتقاد دارد که از جنبه "کاربرد آب لب شور برای آبیاری" در شرایط مختلف، این تعریف روشن و گویا نیست (۲۸). به پیشنهاد نامبرده لازم است مطالعات محلی برای طبقه‌بندی آب‌های شور نیز انجام شود. Schleiff جدول ۵-۱ را برای ارزیابی آب‌های زیرزمینی کشور عمان از جنبه کاربرد در عملیات آبیاری پیشنهاد نموده است. سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی (فائو)، آب آبیاری با هدایت الکتریکی (EC_i) بیشتر از ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر را آب شور می‌نامد و آب‌های شور بر مبنای هدایت الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر را در پنج گروه با شوری کم (۰/۷ تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر)، شوری متوسط (۲ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر)، خیلی شور (۱۰ تا ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر)، فوق‌العاده شور (۲۵ تا ۴۵ دسی‌زیمنس بر متر) و آب دریا (بیشتر از ۴۵ دسی‌زیمنس بر متر) طبقه‌بندی نموده است (۲۵). در برخی از روش‌های طبقه‌بندی آب‌های شور، بر اثرات شوری بر رشد گیاه و عملکرد محصول تأکید می‌شود. در این روش‌ها، مرزهای تقریبی قابل قبول‌تری برای طبقه‌بندی آب‌های شور از جنبه کاربرد برای عملیات آبیاری ارائه شده است (برای اطلاعات بیشتر به فصل دوم مراجعه شود).

جدول ۵-۱- طبقه‌بندی آب لب شور در عمان* (۲۸)

واحد	آب غیرشور	درجه شوری آب‌های لب شور			آب شور
		کم	متوسط	شدید	
دسی‌زیمنس بر متر (dS/m)	<۲/۰	۲/۰–۵/۰	۵/۰–۱۰/۰	۱۰/۰–۱۵/۰	>۱۵/۰
گرم بر لیتر (g/l)	<۱/۵	۱/۵–۳/۵	۳/۵–۷/۰	۷/۰–۱۰/۰	>۱۰/۰

* منابع آب زیرزمینی

هنگام ارزیابی کیفیت آب‌های آبیاری، توانمندی نفوذپذیری آب در خاک با توجه به نسبت جذب سدیم و شوری آب بررسی می‌شود. نسبت جذب سدیم به صورت رابطه [۵-۱] محاسبه می‌شود (۳).

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \qquad [۵-۱]$$

که در آن:

SAR = نسبت جذب سدیم (میلی اکی‌والان بر لیتر به توان ۰/۵)، و

Ca^{+2}، Na^{+} و Mg^{+2} = به ترتیب، غلظت یون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم (میلی اکی‌والان بر لیتر) می‌باشد.

در ارزیابی آب‌های آبیاری از نظر تأثیر بر نفوذپذیری خاک، دو معیار هدایت الکتریکی (EC_i) به همراه نسبت جذب سدیم (SAR) به طور تلفیقی بررسی می‌شود. شوری کم و نسبت جذب سدیم زیاد موجب پخشیدگی خاکدانه‌ها می‌شود. در این شرایط، نفوذ آب به خاک کاهش می‌یابد. Ayers و Westcot آب‌های آبیاری را از نظر مسئله نفوذپذیری بر مبنای معیارهای EC_i و SAR به صورت جدول ۵-۲ طبقه‌بندی کرده‌اند (۳). برمبنای این جدول، آب با شوری کمتر از ۰/۲ دسی‌زیمنس بر متر، بدون محدودیت نسبت جذب سدیم نیز موجب کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود.

جدول ۵-۲- طبقه‌بندی آب برحسب نسبت جذب سدیم (SAR) و شوری (EC_i) با توجه به مشکل نفوذپذیری (۳)

SAR آب آبیاری	درجه محدودیت‌های کاربردی بر مبنای EC_i (دسی‌زیمنس برمتر)		
$^{0/5}$(میلی‌اکی‌والان بر لیتر)	بدون محدودیت	با محدودیت کم تا متوسط	با محدودیت شدید
۰-۳	>۰/۷	۰/۰۲-۰/۷	<۰/۲
۳-٦	>۱/۲	۰/۳-۱/۲	<۰/۳
٦-۱۲	>۱/۹	۰/۵-۱/۹	<۰/۵
۱۲-۲۰	>۲/۹	۱/۳-۲/۹	<۱/۳
۲۰-٤۰	>۵/۰	۲/۹-۵/۰	<۲/۹

عملیات مدیریتی بهسازی وضعیت نفوذ آب به خاک در شرایط شور مشابه شرایط غیرشور بوده و شامل عملیات شیمیایی و یا فیزیکی است. در روش‌های شیمیایی افزودن مواد اصلاح‌کننده نظیر گچ به آب و یا خاک به منظور بهبود وضعیت نفوذپذیری خاک توصیه می‌شود. روش‌های فیزیکی نیز شامل آن دسته از عملیات زراعی است که انتظار می‌رود سرعت نفوذ آب به خاک را در طول دوره آبیاری یا بارندگی حفظ نموده و یا بهبود بخشد. برای اطلاعات تفصیلی در این زمینه به نشریه‌های شماره ۲۹ و ۴۸ آبیاری و زهکشی، سازمان خواروبار و کشاورزی مراجعه شود.

به‌رغم پیچیدگی ارزیابی کیفیت و تعیین تناسب کاربرد آب‌های شور برای آبیاری گیاهان متحمل به شوری، پنج معیار زیر می‌توانند به عنوان ملاحظات عمومی در ارزیابی مورد نظر باشند:

۱- کل مقدار نمک‌های محلول و ترکیبات شیمیایی آب،
۲- اقلیم منطقه، به ویژه، میزان و پراکنش بارندگی،
۳- مشخصات اولیه خاک و وضعیت زهکشی داخلی آن،
۴- ویژگی‌های گیاهان مورد آبیاری به ویژه، حد آستانه تحمل به شوری و عملکرد مورد انتظار، و
۵- عملیات زراعی، به ویژه، مدیریت آبیاری و آبشویی نمک‌های محلول خاک.

ارزیابی و طبقه‌بندی کیفیت آب‌های شور برای آبیاری تابع تأثیر متقابل معیارهای بیان شده در بالا می‌باشد. به عنوان مثال، تمامی یا بخشی از نمک‌های محلول آب آبیاری که در محدوده توسعه ریشه گیاه انباشته شده، در شرایط مناسب بودن وضعیت زهکشی خاک، ممکن است پیش از اقدام به کشت زراعت بعدی به وسیله بارندگی در فصل غیرزراعی از نیمرخ خاک خارج شده و یا به وسیله بارندگی و آبیاری مازاد بر نیاز آبی گیاه در طول فصل زراعی بعدی آبشویی شود.

در شرایطی که گیاهان متحمل به شوری با آب شور آبیاری می‌شوند، کاهش قابل توجه رشد و عملکرد محصول مورد انتظار نیست. تلفیق مناسبی از عمق و دور آبیاری، اعمال مدیریت آبشویی، انتخاب روش‌های مناسب آبیاری و انجام سایر عملیات زراعی که اثرات نامطلوب شوری را کاهش می‌دهند (مانند تهیه بستر کاشت، مصرف کودها و هورمون‌های مناسب)، می‌تواند به موفقیت نسبی تولید محصول تحت آبیاری با آب شور منجر شود. این ارزیابی، نتیجه و برآیند ترکیب اطلاعاتی است که در آن به اثرات متقابل معیارهای ارزیابی توجه شده است. بنابراین، در بهره‌برداری از آب‌های شور برای آبیاری گیاهان شورزی توصیه می‌شود که همواره به توسعه و بهبود اطلاعات توجه بیشتری معطوف شود.

در ارزیابی تناسب کاربرد آب‌های شور برای آبیاری گیاهان شورزی، توجه به موارد زیر با اهمیت می‌باشد:

- بهره‌برداری از ترکیب کشت مناسب: حد تحمل به شوری گیاهان در شرایط بوم‌شناختی منطقه باید مشخص باشد.
- جلوگیری از تجمع نمک در خاک: پویایی نمک‌های محلول در خاک، برای تمامی خاک‌ها، اقلیم‌ها و شرایط هیدرولوژیکی منطقه طرح باید به صورت کمّی تعیین شود. به علاوه، روابط بین عملیات آبشویی و واکنش گیاه باید شناخته شود.
- استفاده از روش‌های مناسب آبیاری و زهکشی: روش‌های مناسب آبیاری که از نظر فنی، اقتصادی و اجرایی با راندمان بالا قابل اجرا باشند، باید شناخته شده و استفاده از سامانه زهکشی در شرایطی که لازم باشد، باید مشخص گردد.

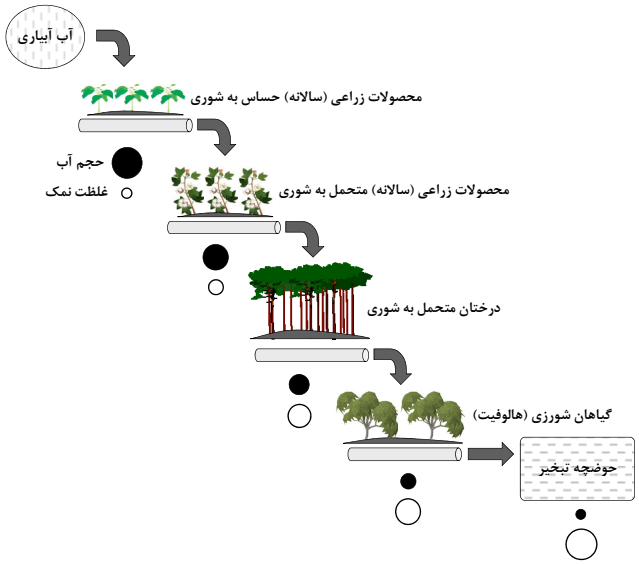
سرانجام، روش‌های ارزیابی تناسب کاربرد آب‌های شور برای آبیاری باید شامل موارد زیر گردد:

- پیش‌بینی میزان، ترکیب و تغییرات شوری در محلول خاک در زمان و مکان، با توجه به مدیریت آبیاری و ترکیب کشت،
- تفسیر اطلاعات گفته شده به نحوی که چگونگی تغییر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، واکنش گیاهان متحمل به شوری تحت آبیاری با آب‌های شور در ارتباط متقابل با مدیریت زراعی و اقلیم، قابل تحلیل و تشخیص باشد.

تاکنون، پژوهش‌ها در زمینه ارزیابی توانمندی تولید گیاهان شورزی تحت آبیاری با آب‌های شور، خیلی شور و آب دریا نتایج موفقیت‌آمیزی به دنبال داشته است (۴، ۵، ۸، ۲۱ و ۲۶). در بهره‌برداری از آب‌های شور برای آبیاری، کشت گیاهان شورزی از بکارگیری فن‌آوری اصلاح ژنتیک سایر گیاهان برای افزایش تحمل به شوری آنها و اصلاح شیمیایی خاک‌ها، ارزان‌تر و موفقیت‌آمیزتر بوده است (۹). در گذشته، پژوهش‌های بسیار نشان داد که کاربرد آب‌های با هدایت الکتریکی ۴ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر برای آبیاری برخی گیاهان زراعی خاص بدون کاهش چشمگیر عملکرد محصول امکان‌پذیر است در حالی که، با اعمال مدیریت خاص، برخی گیاهان شورزی توانمندی رشد و تولید محصول تحت آبیاری با آب‌های شور دریا را نیز دارند (۱۲). عملکرد برخی گیاهان شورزی تحت آبیاری با آب با شوری ۱۰ گرم بر لیتر در مقایسه با کاربرد آب غیرشور، تا حدود دو برابر افزایش داشته است (۱۳). در مطالعات زهکشی که تخلیه و دفع زهاب با محدودیت‌های طبیعی و فنی مواجه باشد، استفاده از زهاب برای آبیاری گیاهان متحمل به شوری به عنوان یک روش مدیریتی مورد توجه می‌باشد (۱۴، ۲۳ و ۳۰). در مطالعات زهکشی دره سان واکین[1] (ایالت کالیفرنیا، کشور آمریکا)، طرحی با عنوان *مدیریت تلفیقی زهکشی مزارع*[2] (IFDM) اجرا شده که در آن، زهاب‌های جمع‌آوری شده از مزارع به طور متوالی برای آبیاری گیاهان با تحمل به شوری متفاوت استفاده شده است (شکل ۵-۲). در این طرح، زهاب‌های جمع‌آوری شده از مزارع تحت آبیاری با آب‌های شور (۱۰ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر)، برای آبیاری

1- San Joaquin Valley
2- Integrated Farm Drainage Management

مزارع سالیکورنیا[1] استفاده شده و سپس زهاب این مزارع با شوری بیشتر از ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر جمع‌آوری و به حوضچه‌های استحصال نمک (تبخیر خورشیدی) هدایت شده است (۴). اثر استفاده متوالی از زهاب‌ها که به تدریج به شوری آنها افزوده می‌شد، در منطقه ویکتوریا (کشور استرالیا) نیز بررسی شده است. در این طرح از زهاب‌های با شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر برای آبیاری گیاهان متحمل به شوری استفاده و سپس زهاب این مزارع با شوری ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر به حوضچه‌های تبخیر هدایت شده است (۱۴).



شکل ۵-۲- اصول مدیریت تلفیقی زهکشی مزارع (۴)

کاربرد آب‌های بسیار شور (شامل آب‌های دریا) به صورت متناوب و تلفیق با آب‌های غیرشور برای آبیاری گیاهان شورزی، توسط محققان بسیاری گزارش شده است (۶، ۹، ۱۱، ۱۴ و ۲۱). عملکرد ماده خشک محصول گونه‌های مقاوم گیاهان شورزی تحت آبیاری با آب دریا بین ۱۰ تا ۲۰ تن بر هکتار گزارش شده است (۸). قابل ذکر است که

1- Salicornia

در این تحقیقات تنها توانمندی تولید محصول گیاهان شورزی تحت آبیاری با آب دریا بررسی شده و به پیامدهای مصرف طولانی مدت آب‌های شور پرداخته نشده است. در آزمایش‌های مزرعه‌ای در سواحل منطقه پورتو پناسکو با اقلیم صحرایی واقع در کشور مکزیک، با کشت گونه‌های گیاهان شورزی که دارای توانمندی تولید بالا بودند، تحت آبیاری با آب دریا (با شوری ۴۰ گرم بر لیتر)، ۱۳/۶ تا ۱۷/۹ تن بر هکتار ماده خشک تولید شد (۹). این عملکرد با محصول علوفه گیاه سودان گراس تحت شرایط معمول آبیاری قابل مقایسه بود. عملکرد ۱۲۰ گیاه شورزی تحت دو حالت آبیاری کامل با آب دریا (شوری ۵۶ دسی‌زیمنس بر متر) و آبیاری با آبی که ۱۵ درصد آن از آب دریا بود (شوری ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر)، مقایسه و بررسی شده است (۲). ماده خشک تولید شده از کشت هفت گونه آتریپلکس تحت آبیاری با آب دریا حدود ۱۲/۶ تا ۲۰/۹ تن بر هکتار و میزان پروتئین محصول تولیدی حدود ۹/۹ تا ۱۹/۵ درصد اندازه‌گیری شد، در حالی که تفاوت عملکرد و پروتئین محصول بین تیمارهای یاد شده معنی‌دار نبود (۱۹). در کرت‌های آزمایشی تحت آبیاری با آب دریا (۴۰ دسی‌زیمنس بر متر معادل ۲۴ گرم بر لیتر)، گیاه شورزی *Inula crithmoides* (یک شورزی چند ساله) با کاربرد علوفه، ۴ تن بر هکتار ماده خشک تولید نموده است (۳۲).

از آنجایی که کاهش رشد و عملکرد محصول در شرایط شور به نوع، واریته و مرحله رشد گیاه؛ عوامل اقلیمی؛ ویژگی‌های خاک و نوع نمک محلول در آب یا خاک بستگی دارد، ارائه یک تعریف دقیق برای خاک شور از دیدگاه تولید و عملکرد محصول مشکل می‌باشد. رایج‌ترین مفهوم شوری خاک که در سطح گسترده پذیرفته شده است بر مبنای تعریف پیشنهادی سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی می‌باشد که در آن، خاک با هدایت الکتریکی (عصاره اشباع) بیشتر از ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، به شدت شور طبقه‌بندی می‌شود، به طوری که در آن تنها برخی از گیاهان متحمل به شوری تحت شرایط زراعی خاص می‌توانند، عملکرد اقتصادی داشته باشند (۲۹). مطالعات در زمینه بررسی اثر کاهش مصرف آب و افزایش شوری بر گیاهان نشان می‌دهد که واکنش اولیه رشد گیاهان به تنش‌های آبی و شوری یکسان می‌باشد (۱۷ و ۱۸). گرچه فرآیند فتوسنتز در شرایط تنش‌های آبی و شوری کاهش می‌یابد، لیکن روند کاهش برای

گیاهان متحمل به تنش خشکی و شوری می‌تواند متفاوت از گیاهان حساس و نیمه حساس باشد (۱۷).

تحمل گیاهان به غلظت نمک‌های محلول خاک متفاوت است، به طوری که میزان تحمل مقاوم‌ترین گیاه می‌تواند تا ده برابر حساس‌ترین گیاه باشد (۳۰). در کشور استرالیا، بر اساس داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده وزارت کشاورزی در یک طرح شناسایی گیاهان متحمل به تنش (شوری، سدیمی بودن و ماندابی شدن خاک)، گیاهان بر مبنای تحمل به شوری محلول خاک بر حسب دسی‌زیمنس بر متر در گروه‌های مناسب برای مناطق به شدت شور (EC_e>۱۶)، خیلی شور (۱۶≤EC_e>۸)، با شوری متوسط (۸≤EC_e>۴) و با شوری کم (۴≤EC_e>۲) طبقه‌بندی شده‌اند (۳۰). بر پایه این داده‌ها، برخی از گونه‌های گیاه آتریپلکس در خاک‌های سدیمی[۱] با بافت رسی (متوسط تا سنگین) و شوری ۲۵ تا ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر، از توانمندی رشد و تولید محصول برخوردار بوده‌اند. تحقیقات وسیعی در زمینه تحمل به شوری گیاهان زراعی رایج انجام شده است. حد تحمل به شوری گیاهان متحمل به شوری برای شرایط بدون کاهش معنی‌دار عملکرد بین ۶ تا۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تعیین شده و شوری بیشتر از آن، عملکرد محصول را کاهش می‌دهد (۲۴).

Schleiff طبقه‌بندی رابطه تحمل به شوری و عملکرد محصول گیاهان را با اضافه کردن گیاهان شورزی بسط داده است. مفهوم نموداری این طبقه‌بندی به صورت شکل ۲-۲ در فصل دوم این کتاب ارائه شده است (۲۸). هرچند مطالعات بسیار زیادی برای بررسی میزان تحمل به شوری انواع گیاهان انجام شده، لیکن پژوهش‌های بیشتری در این زمینه برای انواع گیاهان شورزی مورد نیاز است. تحمل به شوری برخی از گیاهان شورزی در پیوست ۱ ارائه شده است.

۱- به خاک‌های با نسبت جذب سدیم (SAR) بیشتر از ۱۳ یا درصد سدیم تبادلی (ESP) بیشتر از ۱۵، خاک‌های سدیمی گفته می‌شود (۲۵).

۵-۳- عملیات و مدیریت آبیاری در شرایط شوری منابع آب و خاک

تغییر شوری خاک به کیفیت آب آبیاری، شوری اولیه خاک، میزان برداشت و یا جذب نمک توسط گیاه، شرایط اقلیمی و مدیریت آبیاری و زهکشی بستگی داشته و با زمان و مکان متغیر است. هدف از مدیریت آبیاری در شورورزی، کنترل دامنه تغییر شوری محلول خاک در منطقعه توسعه ریشه گیاهان، در محدوده بین دو حد آستانه تحمل به شوری گیاهان شورزی و کاهش عملکرد تا حداکثر ۵۰ درصد عملکرد محصول می‌باشد. مدیریت آبیاری در شورورزی شامل برنامه‌ریزی آبیاری (عمق و دور آبیاری)، برنامه‌ریزی آبشویی نمک‌های محلول (مقدار و زمان)، تعیین روش‌های مناسب آبیاری و آبشویی و استفاده تلفیقی از منابع دارای کیفیت‌های متفاوت می‌باشد.

۵-۳-۱- برنامه‌ریزی آبیاری در شورورزی

در برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان در شورورزی، تلفیق و تأمین آب مورد نیاز گیاه و نیاز آبشویی ضروری می‌باشد. مصرف آب به مقدار و در زمان مناسب امکان کنترل شوری محلول خاک در محدوده قابل تحمل گیاه را فراهم می‌کند. تحت شرایط شوری تنظیم برنامه‌ریزی آبیاری پیچیده‌تر است زیرا اطلاعات کمتری در زمینه نیاز آبی گیاه در دسترس است، و نیز محاسبه آب مورد نیاز آبشویی ضروری می‌باشد. نیاز آبیاری برخی از گیاهان شورزی در شرایط مختلف مطالعه شده است. هر چند، این بررسی‌ها قابل مقایسه با نتایج به دست آمده در زمینه آب مورد نیاز آبیاری گیاهان رایج کشاورزی نمی‌باشند. به منظور استفاده از این ارقام به عنوان راهنما، در ادامه به برخی نتایج تحقیقات انجام یافته اشاره می‌شود.

Miyamoto (۱۹) شوری مناسب خاک برای چندین گونه گیاه شورزی تحت آبیاری با آب‌های شور در شرایط ۵۰ درصد کاهش آب قابل استفاده خاک را بررسی کرد. نتایج این تحقیقات نشان داد که شوری خاک تحت آبیاری با آب‌های شور باید در حد ۲۰ گرم بر لیتر یا کمتر نگهداری شود و با میزان افزایش شوری خاک به بیشتر از ۲۰ تا ۳۰

گرم بر لیتر، عملکرد محصول به شدت کاهش می‌یابد. نامبرده توصیه نمود که هنگام آبیاری با آب شور دریا لازم است با انجام عملیات خاص (نظیر آبشویی، کاربرد آب غیرشور به طور متناوب،...)، شوری محلول خاک محدوده عمق ریشه در حد قابل تحمل گیاه نگهداری شود (۱۹). در یک پژوهش لایسیمتری دو ساله، اثر آبیاری با آب دریا بر روی گیاه سالیکورنیا (*Salicornia bigelovi*) بررسی شده است (به نقل از منبع ۸). در این تحقیق، آبیاری با آب دریا (با شوری ۴۰ گرم بر لیتر) به طور روزانه انجام گرفت و عمق آب آبیاری در پنج سطح (از ۲۵ تا ۵۰ درصد میزان تبخیر از تشت تبخیر) مقایسه شده است. آب کاربردی از ۷۳۰ تا ۳۷۹۰ میلی‌متر در سال اندازه‌گیری شد، و میزان تولید ماده خشک با افزایش عمق آب کاربردی به صورت مستقیم افزایش داشته است. در این بررسی، با نگهداری میزان شوری خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متری در حد ۷۵ گرم بر لیتر، بیشترین عملکرد محصول به دست آمده است.

در طرح زهکشی دره سان واکین ایالت کالیفرنیا (کشور آمریکا)، تبخیر- تعرق سه نوع گیاه شورزی سالیکورنیا، آتریپلکس و سالتگراس[1] در لایسیمتر اندازه‌گیری شد (۴). گیاهان در بستر شنی کشت و چهار نوبت در روز آبیاری شدند. شوری آب آبیاری بین ۲۲ تا ۳۱ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود. در این بررسی، تبخیر- تعرق چمن[2] تحت آبیاری با آب غیرشور (کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر) به عنوان رقم مبنا اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج دو سال اجرای آزمایش، میانگین تبخیر- تعرق اندازه‌گیری شده در گیاه سالیکورنیا زیادتر از چمن بود (جدول ۵-۳). در ایالت آریزونا (کشور آمریکا)، به مدت چهار سال از آب خروجی برج‌های خنک‌کننده یک کارخانه تولید برق برای آبیاری گیاه شورزی *Atriplex nummularia* کشت شده در کرتهای با خاک بافت سبک استفاده شد (۷). نتایج نشان داد که گیاه تحت آبیاری با آب دارای نمک‌های محلول ۴/۱ گرم بر لیتر در مقایسه با آب غیرشور، کاهش عملکرد نداشته است. میانگین آب مصرفی برای دوره چهار ساله اجرای آزمایش ۲۰۸۰ میلی‌متر و حداکثر ۲۵۰۰ میلی‌متر

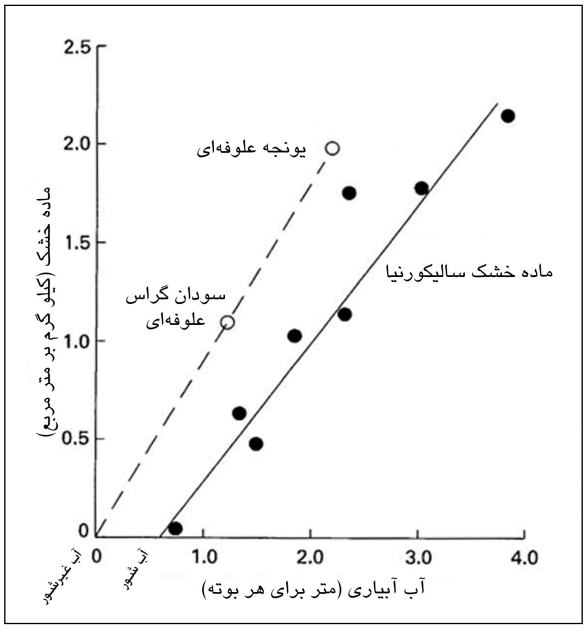
1- Saltgrass
2- Tall fescue

در سال اندازه‌گیری شد (۷).

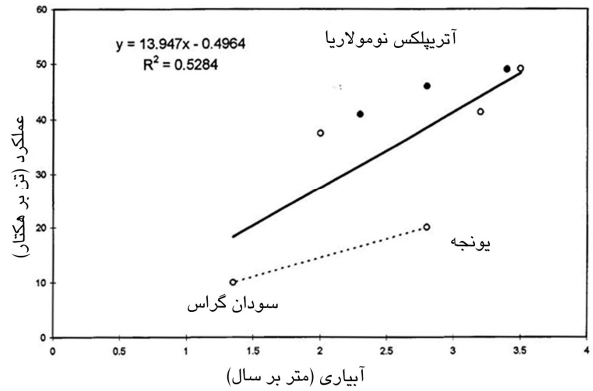
جدول ۵-۳- میانگین تبخیر- تعرق روزانه (ET) و میانگین شوری آب آبیاری (EC_i) برای سه نوع گیاه شورزی (۴)

گیاه شورزی	ET (میلی‌متر بر روز)		EC_i (دسی‌زیمنس بر متر)
	سال ۱۹۹۹	سال ۲۰۰۰	
سالیکورنیا	۸/٤٦	۸/۹۰	۲۲/۱ تا ۲۵/۳
آتریپلکس	٦/۰۸	٦/۵۰	۲۱/٤ تا ۲۸/۱
سالتگراس	۵/٦٦	۵/۵۰	۲۳/۳ تا ۳۰/۹
چمن	۵/۹٦	۸/۲۰	۱/۲ تا ۱/۷

در یک بررسی، رشد و تولید آتریپلکس نومولاریا تحت آبیاری با آب شور را بررسی شده است (۸). در این تحقیق، آب آبیاری دارای ۱/۱۵ تا ۴/۱ گرم بر لیتر نمک بوده و آب اضافی برای آبشویی (به غیر از بارندگی و آبیاری برای تأمین نیاز آبی گیاه) مصرف نشده است. نتایج نشان داده که رشد و عملکرد محصول آتریپلکس بهتر از سودان گراس تحت آبیاری با آب غیرشور بوده است (۸). در این آزمایش دامنه تغییر شوری خاک در محدوده توسعه ریشه گیاه آتریپلکس تحت آبیاری با آب شور (دارای ۴/۱ گرم بر لیتر نمک)، بین ۱۷/۱ و ۵۸/۵ گرم بر لیتر بوده و در مقایسه، دامنه تغییر شوری خاک در محدوده توسعه ریشه سودان گراس تحت آبیاری با آب کم شور بین ۲/۲ تا ۵/۱ گرم بر لیتر بوده است. رابطه عملکرد محصول- آب (تابع تولید) برای گیاه سالیکورنیا و نومولاریا تحت آبیاری با آب شور و در مقایسه با یونجه و سودان گراس تحت آبیاری با آب غیرشور در شکل‌های ۵-۳ و ۵-۴ ارائه شده است (۸). به ازای مقادیر مساوی آب مصرفی از دو منبع شور و غیرشور، عملکرد محصول گیاهان شورزی سالیکورنیا و نومولاریا بیشتر بوده است.



شکل ۵-۳- مقایسه ماده خشک و نیاز آبیاری سالیکورنیا تحت آبیاری با آب دریا (با شوری ۴۰ گرم بر لیتر)، و یونجه و سودان گراس (علوفه‌ای) تحت آبیاری با آب غیرشور. داده‌ها در لایسیمترها و برای دو فصل زراعی اندازه‌گیری شده‌اند (۸)



شکل ۵-۴- مقایسه ماده خشک و نیاز آبیاری آتریپلکس نومولاریا تحت آبیاری با آب شور و یونجه و سودان گراس (علوفه‌ای) تحت آبیاری با آب غیرشور (نقاط سیاه شوری ۴ و نقاط سفید شوری ۱ گرم بر لیتر را نشان می‌دهند. کلیه داده‌ها میانگین سه فصل زراعی می‌باشند). تابع تولید عملکرد محصول نومولاریا ارائه شده است که در آن y عملکرد محصول و X آب مصرفی است (۸)

در گذشته، محققان تصور می‌نمودند که در شرایط شوری، حجم آب کاربردی برای آبیاری باید بسیار زیاد باشد. برای نمونه، در سال ۱۹۸۵ گزارش شده است که برای آبیاری گیاهان شورزی ۱۸۰۰۰ میلی‌متر (۱۸ متر) آب دریا در سال استفاده شده است (۹). در سال‌های اخیر بر مصرف کمترین میزان آب برای آبیاری گیاهان شورزی در شرایط متفاوت شوری، تأکید شده است (۹). برای اختصار، آب مصرفی فصلی تعدادی از گیاهان شورزی و روش برآورد آنها در جدول ۵-۴ ارائه شده است. این اطلاعات، نتایج آزمایش‌های انجام شده در مناطق جنوب غربی کشور آمریکا (با اقلیم خشک) در طی سال‌های ۱۹۱۳ تا ۱۹۸۶ میلادی می‌باشند (۱۵). در برنامه‌ریزی آبیاری در شرایط شوری، باید به حفظ رطوبت خاک در حد نسبتاً زیاد و همچنین، عملیات آبشویی نمک‌های انباشت شده در خاک توجه شود. توابع تولید در شرایط شوری می‌توانند پیش نیاز آبیاری موفقیت‌آمیز باشند. به طور کلی، این توابع را می‌توان به دو روش برآورد کرد. در یک روش، مدل‌های مناسب بر پایه مبانی نظری یا تجربی و با در نظر گرفتن عوامل مؤثر بر روابط آب- عملکرد محصول توسعه می‌یابند. مقادیر این عوامل که اطلاعات ورودی مدل‌ها محسوب می‌شوند، با اندازه‌گیری‌های مستقیم در شرایط واقعی و کنترل شده به دست می‌آید. در روش دوم، توابع به وسیله بررسی‌های آماری از شرایط متنوع و بر پایه مشاهدات به دست آمده از نتایج کاربرد آب و یا خاک شور در تولید محصول و توجه به متغیرهای مرتبط و قابل اندازه‌گیری به دست می‌آید. مدل‌هایی که بر پایه تعیین رابطه عملکرد متوسط شوری خاک محدوده توسعه ریشه گیاه یا رابطه متوسط شوری خاک محدوده توسعه ریشه گیاه مقدار آبشویی بسط می‌یابند، در برنامه‌ریزی‌های آبیاری با سهولت بیشتری قابل استفاده هستند. زیرا تحت شرایط شوری، رشد و عملکرد گیاه تابع میزان شوری و به عبارت بهتر، تابع مقدار پتانسیل آب خاک می‌باشد.

در برنامه‌ریزی‌های آبیاری بر این سؤال تأکید می‌شود که "مقدار آب کاربردی تا چه حد کم و فواصل آبیاری تا چه مقدار کوتاه باشد که میزان پتانسیل آب خاک در دامنه ارقام مورد نظر کنترل شود؟".

جدول ۵-۴- آب مصرفی فصلی* برخی از گیاهان شورزی (۱۵)

نام علمی گیاه شورزی	آب مصرفی (میلی‌متر)	روش برآورد	مدت مطالعه (سال)
Kochia scoporia	٥٦٠-٦٦٠	بیلان انرژی	۳
Kosteletzkya virginica	۳٥٠-۱۳۰۰	لایسیمتر	۱
Prosopis	۳۷۰	پایش رطوبت خاک	۲
Prosopis	٥۱۰	بیلان آبی حوضه آبخیز	٤
Prosopis	۱۰۱٦	لایسیمتر	۲
Atriplex lentiformis	۱۱۱۸	لایسیمتر	٦
Juncus	٥۳۰	نوسانات روزانه سطح ایستابی	۲
Juncus	۱۳۳٦-۲۲۰۰	لایسیمتر	٤
Juncus balticus	۲۱٤٦	لایسیمتر	٤
Elaeagnus angustifolia	٤۷۲-۲۹۱۰	---	---
Salsola kali	٥۸۲-٦٦۳	لایسیمتر	٤
Atriplex	٦۱-۸٤	پایش رطوبت خاک	۱
Atriplex	٦٦۰-۱۳۷۰	لایسیمتر	۱
Atriplex canescens	۹٦٥	لایسیمتر	٦
Atriplex muttallii	۲٥-٤۰	پایش رطوبت خاک	۱
Atriplex lentiformis	۱۱۱۸	لایسیمتر	٦
Tamarix chinensis	۳۷۸-۷٤۲	لایسیمتر	۱۰
Tamarix chinensis	٦۳٥-۱٤۲۲	بیلان آبی	۹
Tamarix chinensis	۷٦۲-۱۰٦۷	بیلان انرژی	۳
Tamarix chinensis	۸۲۸	لایسیمتر	۳
Tamarix chinensis	۱۰۱٥-۲۱٦۰	لایسیمتر	۷
Tamarix chinensis	۱۲۱۷-۱٥٥۲	لایسیمتر	۱
Tamarix chinensis	۱۷۲۷	بیلان انرژی	۲
Tamarix chinensis	۱۷٥۳-۱۸۰۳	بیلان انرژی	۱

* در شرایط مختلف اقلیمی

آبیاری سنگین و با فاصله طولانی، هر چند در ابتدای دوره بین دو نوبت آبیاری شرایط رطوبتی مناسب را فراهم می‌کند، لیکن، در اوایل این دوره موجب افزایش تبخیر شده و در اواخر دوره و پیش از نوبت آبیاری بعدی، خاک خشک‌تر و پتانسیل آب خاک کمتر و از این رو مکش آب خاک بیشتر خواهد بود. هر چند انجام آبیاری با عمق کم و فاصله کوتاه یک راهکار ساده و مؤثر برای کنترل شوری به نظر می‌رسد، لیکن تلفیق مناسب عمق و تناوب آبیاری ضروری می‌باشد و انتخاب مناسب باید بر پایه بررسی روند تغییرات شوری و به ویژه، پتانسیل آب خاک در محدوده توسعه ریشه گیاه صورت پذیرد. در یک نتیجه‌گیری کلی، طولانی کردن مدت زمان هر آبیاری چنانچه، موجب بروز مسائل تهویه، ماندابی شدن، ایجاد رواناب و خیز سطح ایستابی نشود، می‌تواند رطوبت خاک را برای مدت زمان بیشتری در حد مناسب نگهداری کند. در کشت‌های موفقیت‌آمیز گیاهان شورزی، آبیاری به صورت مصرف آب مورد نیاز در چندین نوبت در روز گزارش شده است. هر چند این نحوه آبیاری در شرایط تحقیقاتی کاربرد داشته است و به لحاظ ملاحظات اقتصادی در شرایط مزرعه‌ای متداول نمی‌باشد.

۵-۳-۲- روش‌های آبیاری

توزیع غلظت نمک در خاک تابع الگوی جریان آب خاک می‌باشد. بنابراین، الگوی حرکت و توزیع نمک‌های محلول نیز تابع عواملی است که جریان آب در خاک را کنترل می‌کند. شوری آب آبیاری عامل مؤثر در انتخاب روش آبیاری می‌باشد. روش آبیاری به طور مستقیم، بر راندمان کاربرد آب آبیاری و چگونگی تجمع نمک در خاک اثر دارد. روش‌های آبیاری غرقابی و بارانی برای کاربرد یکنواخت‌تر آب در تمامی سطح مزرعه طراحی می‌شوند. بکارگیری این روش‌ها در شرایط استفاده از آب کافی و فراهم بودن وضعیت مناسب نفوذپذیری خاک موجب می‌شود که نمک‌های محلول لایه سطحی به طور یکنواخت‌تر آبشویی شود و به سمت لایه‌های زیرین نیمرخ خاک حرکت کند. در این شرایط، نمک بیشتری در خاک بخش زیرین محدوده توسعه ریشه گیاهان انباشته

می‌شود. درجه یا میزان و عمق انباشت نمک به میزان شوری اولیه و نوع نمک‌های محلول آب و خاک، رطوبت اولیه خاک، بافت و ساختمان خاک، مقدار آب کاربردی، ویژگی‌های هیدرولیکی خاک (به ویژه هدایت هیدرولیکی) و راندمان آبشویی بستگی دارد. در روش‌های آبیاری غرقابی چنانچه زمین به طور مناسب تسطیح نشود و دبی جریان متناسب با شیب، بافت خاک و ابعاد زمین تحت آبیاری نباشد، یکنواختی کاربرد آبشویی کاهش می‌یابد. در این حالت، مقادیر قابل ملاحظه‌ای از نمک در مکان‌های کمتر آبشویی شده انباشته می‌شود.

سامانه‌های آبیاری بارانی با طراحی مناسب، آب را یکنواخت و به میزانی که موجب افزایش تلفات نفوذ عمقی و رواناب سطحی نشود، به خاک می‌افزاید. لیکن، تماس آب شور با اندام‌های هوایی گیاه ممکن است موجب سوختگی برگ‌ها شده و یا جذب نمک اضافی موجب ایجاد مسمومیت در گیاه شود. عملیات آبیاری بارانی به صورت شبانه به دلیل پایین بودن نسبی درجه حرارت هوا و تأثیر سوء کمتر آب بر اندام‌های هوایی گیاه، امکان کاربرد آب‌های با شوری بیشتر را فراهم می‌سازد (۳).

روش‌های آبیاری موضعی، آب را بر مبنای نیاز روزانه یا نزدیک به آن و با سرعتی بسیار کم به خاک اضافه می‌کنند و در نتیجه، خاک همواره مرطوب نگه داشته می‌شود. بنابراین، این روش‌ها برای آبیاری و کنترل کوتاه مدت شوری مناسب می‌باشند. هر چند، در این حالت نمک‌ها به صورتی که متناسب با الگوی پیاز رطوبتی است در خاک تجمع می‌یابد. با گذشت زمان انباشت نمک در حاشیه خارجی محدوده مرطوب شده و در سطح خاک بین دو پاشنده می‌تواند به میزان قابل توجهی افزایش یابد. هنگام استفاده از روش آبیاری موضعی توصیه می‌شود قبل از کشت مجدد، خاک به روش غرقابی آبشویی شود. روش آبیاری کوزه‌ای[1] که شرایط آبیاری با دور کوتاه را فراهم می‌کند، برای آبیاری با آب‌های شور کاربرد داشته است. در این روش توصیه شده که کوزه پس از نصب در خاک از آب شور پر شده و دو روز پس از آن، ۶ تا ۸ گیاه به طور

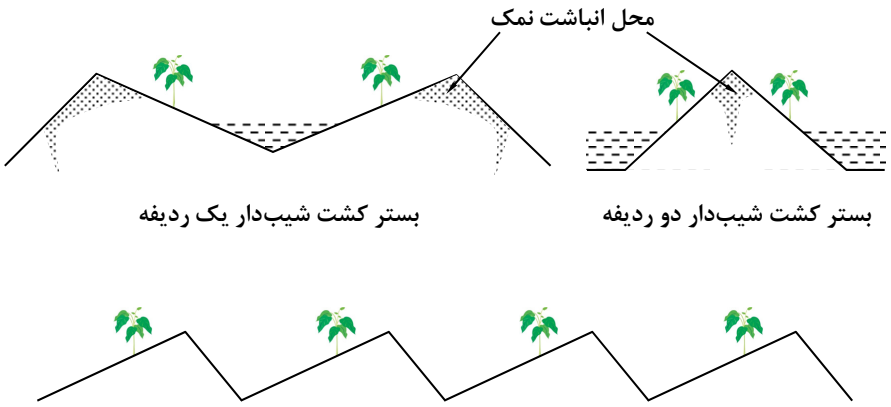
1- Pitcher irrigation

یکنواخت در اطراف کوزه کشت شود. در روزهای پس از کشت، با توجه به مدت زمان مصرف آب کوزه، آب به نحوی تأمین شود که رطوبت کافی برای گیاه فراهم گردد (۲۹). استفاده از این روش در سطح وسیع به لحاظ مشکلات اجرایی، کمتر قابل توصیه می‌باشد.

آبیاری زیرزمینی که در شرایط محدودی کاربرد دارد، با بالا آوردن سریع سطح ایستابی به محدوده توسعه ریشه‌ها انجام می‌شود. پس از آن برای فراهم شدن وضعیت تهویه مناسب، باید چند ساعت تا یک تا دو روز فرصت داده شود که آب از محدوده ریشه خارج گردد. به طور معمول، مدت زمان مناسب برای افت و خیز سطح ایستابی ۲ تا ۵ روز می‌باشد. این روش برای گیاهانی که نسبت به بالا بودن سطح ایستابی و شوری آب زیرزمینی حساسیت نداشته و حتی با جذب آب موجب افت سطح ایستابی می‌شوند، می‌تواند روش مناسبی باشد. لکن، طراحی و مدیریت آبیاری زیرزمینی پیچیده‌تر از سایر روش‌های آبیاری می‌باشد.

موفقیت‌آمیز بودن کشاورزی در شرایط شوری زیاد مستلزم تغییر روش‌های آبیاری رایج به صورتی است که بیشترین امکان کنترل شوری خاک محدوده توسعه ریشه گیاهان فراهم شود. در کشور سوریه برای استفاده از آب دریا در آبیاری گیاهان کالارگراس[1]، آتریپلکس و سسبانیا[2] که کاربرد علوفه‌ای دارند، آب شور توسط لوله‌های دریچه‌دار به فاروها یا جویچه‌ها انتقال می‌یابد و گیاهان کشت شده در شیب پشته‌ها، به این روش آبیاری می‌شوند (۳۱). بسترهای شیب‌دار کشت بذر به صورت شکل ۵-۴، نوعی تغییر مناسب پشته‌ها و ردیف‌های کاشت بوده که به طور وسیع برای کنترل شوری و دما، قابل استفاده است (۳). در نیمکره شمالی، شیب پشته‌ها باید به سمت جنوب و در اقلیم گرم که کاهش دما نیز مورد نظر است، معکوس کردن جهت شیب به طوری که پشت به خورشید باشد، مفید می‌باشد. محل انباشته شدن نمک در پشته‌های شیب‌دار در شکل ۵-۴ نشان داده شده است.

1- Kallar grass
2- Sesbania



شکل ۵-۴- روش کشت بذر در آبیاری جویچه‌ای یا فارو (۳)

در یک طرح مشترک دو ساله بین مرکز ملی تحقیقات شوری ایران و مرکز بین‌المللی کشاورزی شورزیست[1] (ICBA) که در استان یزد اجرا شد، اثر سه روش آبیاری جویچه‌ای (فارو یا جوی و پشته)، بابلر[2] و قطره‌ای بر روی عملکرد محصول پنج گونه گیاه شورزی بررسی شده است (۲۰). پس از کشت، کلیه بوته‌ها با آب غیرشور (کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر) آبیاری شده و پس از آن، شوری آب آبیاری کاربردی ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، دبی پاشنده‌ها برای هر بوته در روش بابلر ۱۶۰ لیتر بر ساعت (یک پاشنده) و در روش قطره‌ای ۸ لیتر بر ساعت (دو قطره‌چکان) و دور آبیاری برای روش جویچه‌ای ۱۰ روز و برای روش قطره‌ای و بابلر سه روز بوده است. شوری خاک قطعه آزمایش از ۱۰ تا ۹۰ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بوده که با دو بار آبشویی قبل از کشت با استفاده از آب با شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به میانگین ۱۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافته است. در شرایط انجام این آزمایش، آبیاری جویچه‌ای اثر بهتری بر تولید و عملکرد محصول داشته و تفاوت آن با عملکرد محصول تحت آبیاری بابلر معنی‌دار نبوده است. بررسی تغییر میزان نمک در نیمرخ خاک در طی دوره رشد نشان داده که میانگین شوری خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در روش آبیاری جویچه‌ای ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر

1- International Center for Biosaline Agricultre
2- Bubbler

بوده، که در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر به ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافته است. توزیع شوری خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متری در روش آبیاری بابلر یکنواخت‌تر ولیکن، مقدار آن بیشتر و در حدود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بوده است. به طور کلی، در انتخاب روش‌های آبیاری با آب‌های شور، پیشنهاد می‌شود که به موارد زیر توجه شود:

- چگونگی الگوی توزیع آب و نمک‌های محلول در نیمرخ خاک محدوده توسعه ریشه گیاه،
- قابلیت آبشویی نمک‌ها در روش آبیاری مورد استفاده،
- میزان یکنواختی کاربرد و توزیع آب در مزرعه،
- میزان تحمل گیاه در تماس با آب شور، و
- سهولت نگهداری پتانسیل آب خاک محدوده توسعه ریشه گیاه در دامنه مورد نظر.

۵-۴- موازنه نمک و نیاز آبشویی

نمک‌های محلول آب با هر بار آبیاری به خاک وارد شده و پس از مصرف آب خاک توسط گیاه و یا تبخیر آن، نمک‌ها در خاک باقی مانده و موجب افزایش شوری محلول خاک می‌شوند. بنابراین، لازم است قبل از آن که غلظت نمک‌های محلول خاک در محدوده توسعه ریشه گیاهان به مرز اثرگذار بر رشد و عملکرد محصول برسد، بخش اضافی آن با عملیات آبشویی از این محدوده خارج شود. پایداری بلند مدت کشاورزی فاریاب تحت شرایط شور به شدت به حفظ موازنه غلظت نمک خاک در وضعیت متناسب با میزان تحمل به شوری گیاهان وابسته است. از آنجا که آبشویی عامل اصلی در کنترل نمک‌های محلول ناشی از کاربرد آب‌های شور در خاک است، برای برآورد نیاز آبشویی، شوری آب آبیاری و میزان تحمل به شوری گیاه هر دو باید معلوم باشد. در شرایط ماندگار، رابطه تجربی [۵-۲]برای محاسبه نیاز آبشویی به روش آبیاری سطحی ارائه شده است (۲، ۲۵ و ۳۰).

$$LR = \frac{EC_i}{5 \times EC_{ts} - EC_i} \qquad [۵-۲]$$

که در آن:

LR = حداقل نیاز آبشویی برای کنترل غلظت نمک‌های محلول خاک محدوده توسعه ریشه در حد تحمل شوری گیاه،

EC_i = هدایت الکتریکی آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)، و

EC_{ts} = هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک محدوده توسعه ریشه در حد آستانه تحمل شوری گیاه (دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد.

میزان EC_{ts} را در شرایط کشاورزی رایج می‌توان بر مبنای کاهش ۱۰ درصد عملکرد محصول یا کمتر و در شورورزی و برای گیاهان شورزی بر مبنای ۵۰ درصد کاهش عملکرد محصول تعیین کرد.

در رابطه [۵-۲] عدد ۵ به طور تجربی به دست آمده است. در برخی کتاب‌ها واژه‌های کسر آبشویی (LF) و نیاز آبشویی (LR) به جای یکدیگر استفاده می‌شوند. *کسرآبشویی* بخشی از آب آبیاری است که به صورت نفوذ عمقی به پایین محدوده توسعه ریشه گیاه نفوذ کرده است. *نیاز آبشویی* به بخشی از آب آبیاری گفته می‌شود که برای کنترل نمک‌های محلول خاک تا حد معین، باید از محدوده توسعه ریشه گیاه عبور کند. LF به صورت کسر نمایش داده شده در حالی که LR به دو صورت کسر یا درصد آب آبیاری بیان می‌شود (۳). رابطه [۵-۲] به عنوان یک راهنما در برآورد اولیه نیاز آبشویی قابل استفاده است.

مهم‌ترین نگرانی در مورد استفاده از آب‌های شور، انباشت نمک‌های محلول در محدوده توسعه ریشه گیاهان به اندازه‌ای است که مانع رشد گیاه و تولید عملکرد محصول گردد. برقراری تعادل مناسب نمک در شرایط مختلف خاک می‌تواند پایداری استفاده از آب شور را ممکن نماید. بیلان نمک در محدوده توسعه ریشه گیاه به صورت رابطه [۵-۳] نوشته می‌شود (۳۰).

$$V_i C_i + V_{gw} C_{gw} + M_d + M_f = V_{dw} C_{dw} + M_p + M_c + \Delta M_{ss} + \Delta M_{xs} \qquad [۵-۳]$$

که در آن:

V_i = حجم آب آبیاری (مترمکعب)،

C_i = غلظت نمک محلول در آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)،

V_{gw} = حجم آب زیرزمینی از سطح ایستابی کم عمق (مترمکعب)،

C_{gw} = غلظت نمک محلول در آب زیرزمینی (کیلوگرم بر مترمکعب)،

M_d = جرم نمک محلول ناشی از هوازدگی مواد معدنی خاک (کیلوگرم)،

M_f = جرم نمک حاصل از کاربرد کودها و مکمل‌های شیمیایی (کیلوگرم)،

V_{dw} = حجم آب زهکشی شده (مترمکعب)،

C_{dw} = جرم نمک محلول در آب زهکشی شده (کیلوگرم بر مترمکعب)،

M_p = جرم نمک‌های ترسیب شده در خاک (کیلوگرم)،

M_c = جرم نمک‌های دفع شده از طریق برداشت محصول،

ΔM_{ss} = تغییرات جرم در ذخیره نمک‌های محلول خاک (کیلوگرم)، و

ΔM_{xs} = تغییرات جرم در ذخیره کاتیون‌های قابل تبادل (کیلوگرم) می‌باشد.

معادله [۵-۲] دارای اجزایی است که یا به سادگی قابل شناخت و اندازه‌گیری نمی‌باشند و یا در مقایسه با دیگر کمیت‌ها کوچک هستند. در شرایط ماندگار با فرض اینکه M_d و M_f به طور تقریبی مساوی مصارف M_p و M_c هستند و مقادیر ΔM_{ss} و ΔM_{xs} صفر در نظر گرفته شود، معادله [۵-۳] به صورت رابطه [۵-۴] یا [۵-۵] برای دو حالت ماندابی و غیر ماندابی خلاصه می‌شود (۳۰).

الف: برای خاک‌های با وضعیت ماندابی (بالا بودن سطح آب زیرزمینی)

$$V_i C_i + V_{gw} C_{gw} = V_{dw} C_{dw} \qquad [۴-۵]$$

ب: برای خاک‌های بدون وضعیت ماندابی

$$V_i C_i = V_{dw} C_{dw} \qquad [۵-۵]$$

در ساده‌ترین شکل، بیلان آب و نمک خاک در محدوده توسعه ریشه گیاه در بلند مدت به صورت رابطه [۵-۶] بیان می‌شود (۳۰).

$$LF = \frac{V_{dw}}{V_i} = \frac{C_i}{C_{dw}} \qquad [۶-۵]$$

در شرایط اختلاط کامل آب آبیاری و محلول خاک محدوده توسعه ریشه گیاه، شوری آب زهکشی شده به ناحیه زیرین را می‌توان مساوی شوری خاک محدوده توسعه ریشه گیاه فرض کرد. بنابراین، در صورتی که شوری‌های آب آبیاری و کسر آبشویی معلوم باشد و یا بتوان آنها را برآورد کرد، میانگین شوری خاک در محدوده توسعه ریشه گیاه پس از آبیاری با آب شور با استفاده از رابطه [۵-۶] که در آن هدایت الکتریکی آب آبیاری (EC_i) جایگزین C_i شده است، به صورت رابطه [۵-۷] قابل محاسبه می‌باشد (۲۹).

$$EC_{dw} = \frac{EC_i}{LF} \qquad [۷-۵]$$

که در آن:

EC_{dw} = هدایت الکتریکی (شوری) آب زهکشی شده ورودی به ناحیه زیرین محدوده توسعه ریشه گیاه که در حالت تعادل، همان شوری خاک محدوده ریشه گیاه فرض می‌شود (دسی‌زیمنس بر متر)، و

EC_i = میانگین هدایت الکتریکی (شوری) خاک در محدوده توسعه ریشه گیاه

(دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد.

در ارزیابی تغییر شوری خاک محدوده توسعه ریشه گیاه در طولانی مدت، EC_{dw} در رابطه [۵-۷] با شوری مناسب خاک برای پایداری کشت گیاهان تحت آبیاری با آب‌های شور، مقایسه می‌شود. بر اساس نتایج بررسی‌های انجام شده در لایسیمتر، نیاز آبشویی برای گیاه سالیکورنیا تحت آبیاری با آب شور دریا ۳۵ درصد بیشتر از نیاز آبی گیاه بود (۸). در جدول ۵-۵ نیاز آبشویی تعدادی از گیاهان شورزی تحت آبیاری با آب شور (۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و همچنین، برخی ویژگی‌های دیگر از جمله حد آستانه تحمل شوری و شیب کاهش عملکرد، که مساوی درصد کاهش عملکرد محصول به ازای هر واحد افزایش شوری (به دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد، ارائه شده است (۲۴). در ایالت آریزونا (کشور آمریکا)، استفاده از پساب‌ها در آبیاری گیاهان شورزی به عنوان یک فرصت در مدیریت کشاورزی مورد توجه می‌باشد. بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی متأثر از زهاب‌های مزارع گیاهان شورزی در جنوب ایالت آریزونا که با آب نامتعارف و کسر آبشویی ۵ درصد آبیاری می‌شدند، نشان داد که تغییر کیفیت آب‌های زیرزمینی منطقه، بیشتر از شرایط معمول عدم استفاده از آب شور نمی‌باشد (۲۶).

هنگامی که برای آبیاری از آب‌های دریا یا آب‌های دارای شوری زیاد استفاده می‌شود، محاسبه نیاز آبشویی بر مبنای روابط ساده استنتاج یافته در شرایط ماندگار می‌تواند دارای خطا باشد (۱۹). در این شرایط به دلیل بالا بودن شوری آب نسبت به شوری مناسب خاک، نیاز آبشویی ممکن است بیشتر از واقع برآورد شود. بنابراین لازم است که ارقام برآورد شده نیاز آبشویی در شرایط محلی ارزیابی و تعدیل شوند. بررسی دوره‌ای و فصلی تغییرات شوری خاک پس از عملیات آبیاری، معیار مناسبی برای پایش مدیریت و چگونگی آبشویی می‌باشد. کاهش میزان آبشویی و زهاب به حداقل مقدار مناسب به تحمل شوری گیاه، توزیع یکنواخت آب، تغییر نفوذپذیری خاک سطحی و همگنی بافت نیمرخ خاک بستگی دارد که در شرایط واقعی باید بررسی و پایش شود. در ارتباط با عملیات و مدیریت آبشویی توصیه می‌شود که به دو اصل اساسی توجه شود: (الف) شوری آب آبشویی باید کمتر از شوری خاک باشد و (ب) با نمونه‌برداری متوالی از خاک و تعیین شوری آن پس از هر بار آبشویی، میزان آبشویی پایش شده و در ادامه از بکارگیری آب بیشتر از نیاز اجتناب شود.

جدول ۵-۵- ویژگی‌های تحمل شوری، میانگین شوری عصاره اشباع خاک (EC_e) برای تولید ۷۰ درصد عملکرد پتانسیل و نیاز آبشویی برخی از گیاهان شورزی و غیرشورزی تحت آبیاری با آب شور ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر (۲۴)

نام گیاه	ویژگی‌های تحمل به شوری		EC_e برای تولید ۷۰٪ عملکرد محصول (دسی‌زیمنس بر متر)	نیاز آبشویی (درصد)
	حد آستانه (dS/m)	شیب کاهش عملکرد		
European alkali grass	-	-	۳۲	>۱۰
Salt grass (*Distichlis spicata*)	-	-	<۱۵	>۱۰
Salt grass (*Paspalum vaginatum*)	-	-	۲۲-۱۰	>۱۰
Tall wheatgrass	۷/۵	٤/۲	۱۵	۲۰
Kallar or Karnal grass	۳/۰	۳/٤	۱۲	۲۵
Siberian wheatgrass	۳/۵	٤/۰	۱۱	۲۵
Murray red gum	۳/۵	۵/٦	۹	٤۰

۵-۵- آبیاری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهان شورزی

بذرهای گیاهان شورزی در مقایسه با گیاهان کشاورزی رایج نه تنها قادر به تحمل شوری بالاتر می‌باشند، بلکه در محیط‌های شور، زیست‌پذیری بیشتری را نشان می‌دهند (۱۶)، لیکن توجه به مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه در گیاهان متحمل به شوری نیز اهمیت خاص دارد. به طور معمول، این دوره حساس‌ترین مرحله رشد گیاهان است و بدون جوانه‌زنی و رشد مناسب در این مرحله، امکان برداشت محصول میسر نخواهد بود. در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه با انجام اقداماتی مانند انتخاب روش مناسب تهیه بستر بذر و آبیاری، باید از انباشت نمک اضافه جلوگیری شود. روش آبیاری فارو یا جویچه‌ای و تهیه بسترهای شیب‌دار، مناسب‌ترین روش آبیاری و انتخاب مکان کشت بذرها در مزارع بسیار شور می‌باشد. در روش‌های خُردآبیاری[1] (میکرو) به طور معمول، میزان نمک و آب در زیر و مجاور پاشنده‌ها در حد مناسب نگهداری می‌شود. در حاشیه

1- Microirrigation

پیاز رطوبتی، انباشت نمک بیشترین مقدار است بنابراین، نامناسب‌ترین محل برای کشت بذر گیاهان می‌باشد. چنانچه آب‌های غیرشور یا با شوری کم در دسترس باشد، استفاده از آن در مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاه می‌تواند موجب فراهم شدن شرایط مناسب برای رشد اولیه گیاهچه شود. افزایش تعداد آبیاری و کاهش عمق آب مصرفی در هر نوبت شرایط رطوبتی مناسب‌تری را برای گیاهچه‌های جوان در مراحل اولیه رشد فراهم می‌کند. در هر حال بهتر است که الگوی توزیع نمک بررسی و متناسب با آن عملیات مدیریت تغییر و تعدیل یابد.

۵-۶- روش‌های استفاده از آب‌های شور برای آبیاری

به طور کلی روش‌های استفاده از آب‌های شور برای آبیاری به دو گروه کلی استفاده مستقیم و تلفیقی از آب شور طبقه‌بندی می‌شود. روش‌های استفاده تلفیقی نیز، به دو روش استفاده متناوب از آب شور و غیرشور (کاربرد هر آب به طور جداگانه و تناوبی با مقدار و تناوب برنامه‌ریزی شده) و استفاده از آب‌های شور و غیرشور اختلاط یافته (کاربرد مخلوط آب‌های شور و غیرشور با نسبت معین اختلاط)، تقسیم می‌شود. در استفاده متناوب، دو منبع آب که دارای کیفیت‌های متفاوت هستند، به طور تناوبی در فصل کشت مورد استفاده قرار می‌گیرند. به طور معمول، آب شورتر در آن مرحله از رشد گیاه مورد نظر که نسبت به شوری متحمل‌تر از مراحل دیگر رشد است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش دوم آب از دو منبع مختلف به نسبت مورد نظر برای دستیابی به شوری معین اختلاط یافته و سپس برای آبیاری در طول دوره رشد گیاه مورد نظر به کار می‌رود. انتخاب گزینه مناسب برای چگونگی استفاده از آب‌های شور به عوامل مختلف بستگی دارد. میزان شوری آب، ویژگی‌های فیزیکی (به ویژه بافت) و شیمیایی (به ویژه شوری) خاک، میزان تحمل شوری گیاه، میزان نمک‌های انباشت شده در محدوده توسعه ریشه گیاه، میزان و زمان دسترسی به منابع آب با کیفیت‌های متفاوت و روش آبیاری مهمترین معیارهای ارزیابی تناسب روش کاربرد آب‌های شور می‌باشند. در هر حال، غلظت نهایی آب آبیاری باید در حد تحمل شوری گیاه یا متناسب با میزان کاهش عملکرد محصول در حد مورد نظر باشد.

۵-۷- پایش شوری خاک به منظور کفایت آبیاری و زهکشی

پایش وضعیت شوری خاک از جمله اقدامات مهم در مدیریت استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور برای تولید محصولات گیاهان شورزی می‌باشد. هر چند مفهوم نیاز آبشویی و موازنه نمک در محدوده توسعه ریشه گیاهان برای ارزیابی کفایت آبیاری و زهکشی مورد توجه است، لیکن، ارزیابی شرایط محلی بر مبنای بررسی تغییرات شوری خاک صورت می‌پذیرد و نتایج آن راهنمای تعیین عملیات مدیریتی (در زمینه آبیاری، آبشویی، زهکشی، عملیات زراعی و ...) در شرایط شورورزی است. موفقیت یک برنامه پایش در این ارتباط به موارد زیر وابسته است:

- به طور دوره‌ای، اطلاعات کافی در مورد گستردگی، مقدار (غلظت) و نحوه (الگوی) توزیع نمک خاک محدوده توسعه ریشه گیاهان در پیش و پس از کشت و آبیاری قابل جمع‌آوری و دسترس باشد.
- با گذشت زمان، امکان ردیابی تغییرات وضعیت شوری آب و خاک و تعیین اثر عملیات مدیریتی بر آن فراهم باشد.
- برنامه‌های مناسب برای ارزیابی کفایت و اثربخشی روش‌های آبیاری و زهکشی در کنترل شوری خاک قابل تنظیم باشد.
- امکان تعدیل و اصلاح عملیات مدیریت آبیاری و آبشویی متناسب با اطلاعات به دست آمده، فراهم باشد.

۵-۸- فهرست منابع

۱- لیاقت، ع. ۱۳۸۳. زهکشی به روش زیستی. سومین کارگاه فنی زهکشی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۳ مهرماه ۱۳۸۳. تهران.

2- Aronson, J. A. , D. Pasternak and A. Danon. 1988. Introduction and first evaluation of 120 halophytes under seawater irrigation, In: Arid Lands Today and Tomarrow. Proceeding of an International Research and Development Conference. Westview Press, Boulden, Co.

3- Ayers, R. S. and D. W. Westcot. 1994. (reprint). Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization (FAO) of the united

Nation, Irrigation and Drainage Paper 29 (Rev). Rome.

4- Benes, S. , S. R. Grattan, and P. H Robinson. 2005. Cultivation of halophyte to reduce drainage volumes on the Westside San Joaquin Valley of California. Final report. California State University (CSU), Agricultural Research Initiative (ARL) Grant.

5- Choukr-Allah, R. 1997. The Potential of salt-tolerant plants for utilization of saline water. CIHEAM-Option Mediterraneennes, 313-325.

6- Daoud, S. , M. C. Harrouni, and R. Bengueddour 2001. Biomass Production and ion composition of some halophytes irrigated with different sea water dilutions. First International Conference on Salt Water Intrusion and Coastal Aquifers-Monitoring, Modeling and Management. Essaouria, Morocco, April 23-25, 2001.

7- Glenn, E.P. , T.L. Thompson and S. Miyamoto. 1998. Halophyte crops and a sand-bed solar concentrator to reduce and recycle industrial, desalination and agricultural brines. U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation (USBR). Desalination Research and Development Program Report No. 35.

8- Glenn, E. P. and J. J. Brown. 1999. Salt torance and crop potential of halophytes. Critical Reviews in Plant Sciences. 18(2):227-255.

9- Glenn, E. P. and J. O'Leary. 1985. Productivity and irrigation requirements of halophytes grown with seawater in Sonoran Desert. J. Arid Environ., 9:81-91.

10- Grahan, S. R. 2002. Irrigation water salinity and crop production. University of California, Agriculture and Natural Resources and Natural Resources Conservation Service (NRCS).

11- Hamdy, A. 1990. Saline irrigation assessment and management for a sustainable use. In: Saline irrigation: Halophyte production and utilization, A. Hamdy and H. Lieth (eds.). Agadir, Morocco.

12- Hamdy, A. 1993. Saline irrigation practices and management. In: Towards the rational use of high salinity tolerant plants. H. Lieth and A. Almassom (eds.). Klumer Academic Publisher. pp. 353-370.

13- Hamdy, H. (editor). 2005. Non-Conventional water resources: Salinity and saline irrigation practices and management. The 3rd Workshop of WASAMED-Thematic network, non-conventional water use, Cairo,

Egypt, Dec. 7-10, 2004. Mediterranean Agronomic Institute of Bari, Italy.

14- Heuperman, A. F. , A. S. Kapoor and H. W. Denecke. 2002. Biodrainage: Principles, experiences and application. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO-UN).

15- Johns, E. L. 1989. Water use by naturally occurring vegetation including an annotated bibioraphy. American Society of Civil Engineers (ASCE).

16- Kafi, M. and M. A. Khan (eds.). 2007. Crop and forage production using saline waters. NAM S & T Center, India. Vol. x, s-10.

17- Koyro, H. W. 2006. Effect of Salinity on growth, photosynthesis, water relation and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). Elsevier. Environmental and Enperimental Batany 56 (2006).

18- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25:239-250.

19- Miyamoto, S. 1996. Salt tolerance, water use and potential irrigation scheduling of halophytes. In: Halophyte and Biosaline Agriculture. 181-220.

20- NSRC. 2006. Production of Halophytes as Forage Crops. Final report of the joint project between National Salinity Research Center (NSRC) and International Center for Biosaline Agriculture (ICBA).

21- O' Leary, J. W, E. P. Glenn and M. C. Watson. 2005. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. Springer Netherlands.

22- Oster, J. D. 2000. Irrigation sustainability. 6th International Micro-irrigation Conference. South Africa, 22-27 October, 2000.

23- Paydar, Z. , Shabaz Khan, M. A. Rahimi Jamnani and J. Blackwell. 2007. Regional land suitability guidelines for SBC application. CSIRO Land and Water Science Report 46/07.

24- Qadir, M. and J. P. Oster. 2004. Crop and irrigation management strategies for salin-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. Science of the Total Environment, 323:1-19.

25- Rhoades, J. D. , A. Kandiah and A. M. Mashali. 1992. The use of saline water for irrigation. FAO Irrigation and Drainage Paper 48.

26- Riley, J. J. , K. M. Fitzsimons, and E. P. Glenn. 1997. Halophyte irrigation. Desalination, 110(3):197-211.

27- Stenhouse, J. and J. W. Kijne. 2006. Prospects for productive use of saline water in West Asia and North Africa. Research report comprehensive assessment of water management in agriculture Rreport, IWMI.

28- Schleiff, U. 2006. Research for crop salt tolerance under brackish irrigation. Proceedings of the International Conference Soil and Desertification - Integrated Research for the Sustainable Management of Soils in Drylands, 5-6 May, Hamburg, Germany.

29- Tanwar, B.S. 2003. Saline Water Management for Irrigation (3rd Revised Draft). ICID-CIID, New Delhi, India.

30- Tanji, K. K. and N. C. Kielen. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. FAO Irrigation and Drainage Paper 61:73-89 and 183-188.

31- Wallin, B. and J. M. Pedraza. 2003. Seeds of life: How wastelands become fertile fields. IAEA interregional Project "Sustainable Utilization of Saline Groundwater and Wastelands for Plant Production". IAEA Boletin 451/article 11. www. iaea. or. at/Publications/Magazines/Bulletin/Bull451/article11

32- Zurayk, K. and R. Baalbaki. 1996. *Inula crithomoides*: A candidate plant for saline agriculture. Arid Land Research and Management, 10:213-223.

فصل ششم

ابعاد زیست محیطی و اقتصادی شورورزی

توانمندی‌های منابع آب و خاک شور و انواع بهره‌برداری‌های اقتصادی از محیط‌های شور، تحت عنوان *شورورزی* در فصول قبل معرفی گردید. شورورزی باید دو مقوله بکارگیری روش‌های تولیدی سازگار با محیط زیست و ملاحظات اقتصادی را در نظر گیرد، تا یک نظام تولیدی پایدار باشد. نظر به اهمیت این دو موضوع، در این فصل به تشریح شورورزی از جنبه‌های زیست محیطی و اقتصادی پرداخته خواهد شد.

۶-۱- فن‌آوری سازگار با محیط زیست

عامل فن‌آوری از جمله عوامل اساسی و بنیادین در دیدگاه کشاورزی پایدار می‌باشد. عبارات و تفسیرهای گوناگونی در این مورد به کار گرفته شده است، که مفاهیم آنها از پایه و اساس بسیار نزدیک به یکدیگر می‌باشند. به عنوان مثال می‌توان به مفاهیمی نظیر بهره‌وری سبز، تولید پاک، تولید پاک‌تر، فن‌آوری پاک و فن‌آوری سازگار با محیط زیست اشاره کرد. *فن‌آوری پاک* یا *سازگار با محیط زیست*، شامل موارد متنوعی از فرآورده‌ها، خدمات و اقداماتی است که (الف) از منابع انرژی و مواد تجدیدپذیر استفاده می‌کنند، (ب) بهره‌برداری از منابع طبیعی را به طور چشمگیری کاهش می‌دهند، و (ج) پخش و انتشار ضایعات را به شدت کاسته و یا حذف می‌نمایند (۴). این فن‌آوری‌ها در کلیه زیربخش‌های کشاورزی کاربرد داشته، و چگونگی اجرای آن بسته به زمان، مکان، زیست‌بوم، و جامعه، متفاوت است، لیکن، اهداف آن در همه موارد یکسان می‌باشد.

ایجاد توازن منطقی بین حفاظت از محیط زیست و توسعه اقتصادی، همواره از چالش‌های ظریف و بحث‌انگیز بوده است. در اینجاست که نقش پراهمیت فن‌آوری‌های سازگار با محیط زیست مشخص می‌شود. این فن‌آوری‌ها همزمان با کاهش مصرف انرژی و ضایعات، که تأثیر بسزائی در حفظ محیط زیست دارند، سودآوری اقتصادی برای

تولیدکنندگان را نیز در کوتاه و بلند مدت تأمین می‌نمایند. ضوابط ارزیابی و انتخاب فن‌آوری‌های سازگار با محیط زیست در کشاورزی بر اساس معیارهای تولید سالم و اقتصادی، محیط زیست، و حفظ ارزش‌های طبیعت می‌باشد. معیار اخیر بدان معنی است که بخش کشاورزی باید جزئی از بدنه مدیریت و ایجاد طبیعت زیبا، زیست‌بوم سالم برای حیات وحش و گیاهان وحشی، آب شرب سالم، و تفریحگاه و تفرجگاه باشد. کاهش بوی بد ناشی از فعالیت‌های دامپروری و کاربرد کودهای دامی و کارخانجات فرآوری انواع محصولات کشاورزی، افزایش تنوع زیستی در مزارع و محیط‌های اطراف آنها از طریق مصرف بهینه سموم شیمیایی، و احیای عرصه‌های طبیعی از طریق جنگلکاری از جمله اقداماتی است که به حفظ ارزش طبیعت توسط بخش کشاورزی کمک می‌نماید.

با توجه به مطالب بیان شده، شورورزی نه تنها راهبردی سازگار با محیط زیست محسوب می‌شود، بلکه می‌تواند موجب بهبود معیارهای زیست محیطی نیز گردد. از نظر تولید، شورورزی قابلیت تلفیق فعالیتهای تولیدی زراعی، دامداری، آبزی‌پروری و جنگل‌زراعی را دارد. شورورزی با استفاده از منابع تجدیدپذیر و فراوان آب‌های شور و احیای عرصه‌های طبیعی مخروبه و بیابانی، نه تنها به حفظ ارزش‌های طبیعت کمک می‌کند، بلکه بهره‌برداری از منابع طبیعی آسیب‌پذیر و یا محدود (مانند منابع آب‌های شیرین یا غیرشور) را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. در شورورزی، ضایعات و پسماندها نهاده‌ای ارزان و باارزش برای سایر فعالیت‌های اقتصادی و یا زیست محیطی محسوب می‌شوند. لازم به تذکر مجدد است که شورورزی در محدوده‌ای از شوری منابع پایه تولید فعالیت می‌نماید، که کشاورزی رایج در آن اقتصادی و یا امکان‌پذیر نیست. از این رو، رقیبی برای کشاورزی رایج محسوب نمی‌شود.

۶-۲- خدمات زیست محیطی

احیای زمین‌های بیابانی، ساحلی و حاشیه‌ای در مناطق مبتلا به شوری با کشت انواع گیاهان مرتعی و درختان شورزی مناسب و سازگار، دستاوردهای متعددی را به دنبال

خواهد داشت. مقابله با فرسایش خاک، بهبود زیست‌بوم مناطق بیابانی، احیای اراضی مخروبه و حاشیه‌ای، کاهش تبخیر رطوبت خاک و روند شور شدن زمین‌ها، بهبود وضعیت زیستگاه‌های حیات وحش، جذب گاز کربنیک اتمسفر و کمک به کاهش گازهای گلخانه‌ای (ترسیب کربن)، کاهش آلودگی در مناطق نفتی و صنعتی، امکان بهره‌برداری اقتصادی (از قبیل تولید علوفه، میوه، چوب، ترکیبات دارویی و صنعتی) و در نتیجه اشتغال‌زایی و کسب درآمد و در مجموع، بهبود وضعیت زندگی ساکنین مناطق مربوطه از خدمات مهم اجتماعی و زیست محیطی شورورزی است.

۶-۲-۱- مبارزه با فرسایش خاک و بیابان‌زایی

کاربردهای زیست محیطی گیاهان شورزی از مدتها پیش مورد توجه بوده، و به ویژه در ایران به منظور تثبیت شن و بیابان‌زدایی از گونه‌های مختلف گیاهان شورزی در سطح وسیعی استفاده می‌شود. به طور کلی، عوامل بیابان‌زایی به دو دسته اصلی *بیابان‌زایی محیطی* و *بیابان‌زایی انسانی* تقسیم‌بندی می‌شود. در این میان بیابان‌زایی انسانی از اهمیتی ویژه برخوردار است، زیرا علاوه بر تشدید بیابان‌زایی، می‌تواند موجب تشدید عوامل مربوط به بیابان‌زایی محیطی نیز گردد.

براساس آمارهای موجود، بیش از ۱۰۰ میلیون هکتار از مساحت کل کشور به دلایل مختلف ناپایدار است (جدول ۶-۱). از این رو، فرسایش خاک مهمترین عامل ناپایداری در کشاورزی کشور، به ویژه در مناطق خشک می‌باشد. قابل توجه است که انسان خود از مهمترین عوامل تخریب‌کننده و کاهش توان تولیدی زمین‌ها و بی‌ثباتی در زیست‌بوم است. آمارهای مندرج در جدول ۶-۲ مؤید این ادعاست. برخی بررسی‌های انجام شده در کشور نشان می‌دهد که سطح زمین‌هایی که تحت تأثیر فرسایش آبی قرار دارند ۱۲۰ میلیون هکتار و زمین‌هایی که تحت تأثیر فرسایش بادی قرار دارند حدود ۳۵/۴ میلیون هکتار است که هر ساله بر مقدار آن افزوده می‌شود. طبق گزارش دفتر امور زیربنایی در

سال ۱۳۸۰، تلفات خاک در کشور از مرز خطرناک ۵ میلیارد تن در سال گذشته است، و نرخ فرسایش خاک با ۳۳ تن در هکتار، بیش از ۸ برابر متوسط جهانی (۴ تن در هکتار) است (۱۳). مطالعات انجام شده در شهر یزد نشان می‌دهد که سالانه بیش از ۳۰ هزار تن رسوب (حدود ۱۸۰۰۰ مترمکعب) به ماسه‌های ارگ یزد اضافه می‌شود و همه ساله حدود ۱۴۰۰۰ تن گرد و غبار به شهر ۷۰۰۰ هکتاری یزد فرو می‌ریزد. میزان مساحت رسوب‌گذاری شده به دلیل فرسایش بادی (در مناطق شهری، روستایی و یا شبکه جاده‌های کشور) حدود ۱۲/۹۷ میلیون هکتار است که در ۱۴ استان کشور گسترش دارد (۱).

جدول ۶-۱- گستردگی عوامل مختلف ناپایداری در سطح کشور (۳)

پدیده‌های تخریبی	مساحت (میلیون هکتار)
فرسایش آبی	۷۵
فرسایش بادی	۲۰
تخریب‌های شیمیایی و فیزیکی (شوری، ماندابی و تراکم خاک)	٦
جمع	**۱۰۱**

جدول ۶-۲- سهم عمده‌ترین فعالیت‌های انسانی در ایجاد ناپایداری زیست محیطی و کشاورزی (۱۵).

نوع فعالیت انسانی	سهم (درصد)
قطع پوشش گیاهی	٤۳
بهره‌برداری مازاد بر توانمندی زیست محیطی از منابع آب و خاک	۲۳
چرای مفرط و بیش از ظرفیت مراتع	۲۲
فعالیت‌های نامطلوب کشاورزی و تشدید کننده آلودگی و فرسایش خاک	۱۰
توسعه مناطق شهری و صنعتی	۲
جمع	**٪۱۰۰**

وزارت کشاورزی سابق از سال ۱۳۶۵ و وزارت جهاد سازندگی سابق از سال ۱۳۷۰ به منظور جلوگیری از فرسایش و همین طور، تأمین علوفه برای دام‌ها و عملیات کویرزدایی، به کشت برخی از گونه‌های وارداتی از جمله دو گونه آتریپلکس لنتی‌فورمیس و آتریپلکس کانی‌سنس در حواشی کویرها اقدام نمود. به دلیل سطح ایستابی کم عمق در برخی از مناطق، درختان شورزی مانند گز نیز در برنامه گنجانده شد (۲۵). بیش از ۱/۹ میلیون هکتار بوته‌زار و جنگل‌های دست کاشت با موفقیت در مناطق بیابانی کشور تا سال ۱۳۸۱ احداث گردیده که در اکثری این مناطق گونه‌های آن شورزی می‌باشند (جدول ۶-۳). همچنین، ایجاد و یا احیای جنگل‌های مانگرو (حرا) از اهمیتی خاص در بیابانهای ساحلی کشور برخوردار بوده است. علاوه بر حفاظت از مناطق ساحلی، این نوع جنگل‌ها نقش مهمی در افزایش جمعیت انواع آبزیان دریایی نیز دارند. در طوفان سونامی در سال ۲۰۰۴، جنگل‌های مانگرو نقش اساسی در حفاظت از مناطق ساحلی کشور اندونزی ایفا نمودند.

امکان بهره‌برداری از انواع گیاهان شورزی در احداث کمربندهای سبز اطراف شهرها و جاده‌های مناطق خشک و شرایط دشوار، از دیگر خدمات زیست محیطی این نوع گیاهان می‌باشد. برای مثال، تاغ سفید (*Haloxylon persicum*) و سیاه تاغ (*H. aphyllum*) کاربرد گسترده‌ای در طرح‌های کمربند سبز در مناطق بیابانی و برنامه‌های بیابان‌زدایی دارند. گیاه شورزی *Tamarix stricata* در برنامه‌های تثبیت شن و تجدید جنگل‌ها در جنوب غرب کشور به کار رفته است. این درخت پس از ۵ سال، تا ارتفاع ۶ متر می‌رسد و منبع بسیار خوبی برای تهیه الوار و چوب می‌باشد (۲۵). همچنین، گونه‌های مختلف گز، آکاسیا و آتریپلکس در پروژه‌های ایجاد بادشکن مورد استفاده قرار گرفته و عملکرد مطلوبی داشته‌اند. از این گیاهان در زیباسازی و منظرسازی فضای اطراف جاده‌ها و سایه‌انداز نیز استفاده شده است (۲۵). در برخی از مناطق کشور که به منظور کنترل فرسایش خاک و بیابان‌زدایی در اطراف شهرها با انواع گونه‌های متحمل به خشکی و شوری احیا گردیده بودند، به عنوان پارک و بوستان مورد استفاده قرار گرفته‌اند، که می‌توان به پارک جنگلی چاه کوتاه بوشهر، گمبومیه اهواز و بیابان پارک جاده گناوه اشاره کرد (۱۹).

جدول ۶-۳- سطح بوته‌زارها و جنگل‌های دست کاشت و موفق ایجاد شده در استان‌های بیابانی کشور تا سال ۱۳۸۱ (۱۹).

ردیف	نام استان	سطح جنگل‌های دست کاشت موفق (هکتار)	گونه‌های گیاهی
۱	اصفهان	۳۰٦۰۰۰	زرد تاغ، سیاه تاغ، آتریپلکس، اسکنبیل
۲	بوشهر	۲٤٥۹۲	کهور پاکستانی، گز شاهی، اسکنبیل
۳	تهران	۲۷۰۰۰	تاغ، آتریپلکس
٤	خراسان	۹٦٥۳۸۰	تاغ، آتریپلکس
٥	خوزستان	٦٤۷٥۰	استبرق، تاغ، گز، پانیکو،کهور پاکستانی، آکاسیا ویکتوریا
٦	سمنان	۹۰۰۲۰	تاغ
۷	سیستان و بلوچستان	۳٤۱۸۹/٥	تاغ، گز،گز شاهی، کهور پاکستانی
۸	فارس	۳۳٥٥	گز، تاغ مخلوط با آتریپلکس، کهور پاکستانی
۹	قزوین	۲٤۰۰	تاغ، آتریپلکس
۱۰	قم	٦۰۰۰	تاغ، آتریپلکس
۱۱	کرمان	۱٥۰۰۰۰	تاغ، گز، کهور پاکستانی
۱۲	مرکزی	٤۲۸٦۰	آتریپلکس، قره داغ، تاغ
۱۳	هرمزگان	۱٥۱۰۰	کهور پاکستانی
۱٤	یزد	۱۹۲۹۸۹	تاغ
جمع		**۱۹۲٤٦۳٥/٥**	–

۶-۲-۲- بهبود زیستگاه‌های حیات وحش

گیاهان شورزی در احیا و بهبود وضعیت زیستگاه‌های حیات وحش در مناطق بیابانی نقش مهمی را می‌توانند ایفا نمایند. برای مثال، در جنگل‌های دست کاشت بیابانی در غرب رودخانه کرخه جانورانی همچون جوجه تیغی، تشی، خرگوش، روباه، شغال، گرگ، کفتار و گراز، پرندگانی همچون تیهو، کبک، دراج، قمری، کبوتر چاهی، جغد صحرایی، باز، گنجشک، بلبل، سار و انواع خزندگان، بندپایان و حشرات مشاهده می‌شود، که در سالهای قبل از اجرای طرح در منطقه موجود نبودند (۱۹).

۶-۲-۳- اصلاح خاک‌های شور

اصلاح زیستی[1] خاک‌های شور-سدیمی و سدیمی به طور گسترده‌ای، به ویژه در کشورهای پاکستان و هند، مورد توجه قرار گرفته است. در این روش، از گیاهان شورزی با کاربردی اقتصادی برای بهبود کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک استفاده می‌گردد. تولید گیاهان شورزی در این خاک‌ها، ضمن ایجاد نوعی پوشش سبز، و از این رو، کاهش تبخیر رطوبت و سرعت شور شدن خاک، با افزایش مواد آلی و ایجاد خلل و فرج در اعماق نیمرخ خاک، باعث بهبود ساختمان خاک و حرکت آب به لایه‌های زیرین شده، و به آبشویی نمک‌های محلول کمک مؤثری می‌نماید. از جمله راهکارهای اصلاح خاک‌های شور-سدیمی و سدیمی کاهش pH خاک و افزایش حلالیت آهک موجود در خاک، به منظور آزادسازی یون‌های کلسیم و جابجایی آن با یون‌های سدیم است. از آنجا که گیاهان شورزی اغلب با شرایط موجود سازگاری دارند، ریشه‌های انبوه و عمیقی را تولید می‌کنند که باعث افزایش میزان گاز کربنیک هوای خاک می‌شود. افزایش میزان گاز کربنیک باعث کاهش pH خاک و لذا، افزایش حلالیت آهک و رهاسازی یون کلسیم می‌گردد. بدین ترتیب، گیاهان شورزی روند اصلاح اینگونه خاک‌ها را به طور مؤثری تسریع می‌نمایند. علاوه بر آن، کاهش pH کمک مؤثری به رهاسازی عناصر فسفر و ریزمغذی رسوب یافته در اینگونه خاک‌ها، و در نتیجه، بهبود درجه حاصلخیزی خاک می‌نماید. همچنین، برخی از گیاهان شورزی تثبیت‌کننده نیتروژن در خاک می‌باشند. تجزیه مواد آلی حاصل از بقایای آنها نیز در فراهمی برخی از عناصر مورد نیاز گیاهان و افزایش درجه حاصلخیزی خاک تأثیرگذار است.

رستگاری و همکاران (۱۶) در مطالعه سازگاری گونه‌های شورزی با کاربرد اقتصادی در استان یزد، گزارش کردند که کاشت این گیاهان و آبیاری آنها با آب لب شور اثرات قابل توجهی در کاهش pH، شوری (EC_e) و نسبت جذب سدیم (SAR) خاک داشته است. همچنین، در مطالعه پنج گونه از علوفه‌های شورزی در استان یزد، ۱۰ ماه پس از کاشت علوفه‌های شورزی، pH خاک کاهش و میزان ماده آلی خاک و عناصر ریزمغذی روی، منگنز و آهن در خاک افزایش داشت (۴۱). علت افزایش این عناصر کاهش pH خاک

1- Bioremediation

می‌باشد. نتایج سه گونه شورزی یک ساله بومی ایران به صورت کشت مخلوط در سریهای جایگزین با گیاه یونجه یزدی نشان داد که همزیستی یونجه و *Suaeda eagyptica* در شرایط تنش شوری منجر به افزایش رشد و کاهش غلظت کلرور سدیم و افزایش غلظت نیترات در بافت برگی یونجه گردید (۲۰). بسیاری از گیاهان شورزی به سدیم، به عنوان یک عنصر ضروری، نیاز دارند. از این رو، در مطالعه گفته شده گیاه شورزی با جذب سدیم، شرایط محیط رشد را با کاهش و یا حذف اثرات سمی یون‌هایی مانند سدیم، برای یونجه مساعدتر می‌نماید.

گیاه کالرگراس (*Leptochloa fusca*) از جمله گیاهان شورزی با کاربرد علوفه‌ای است، که در اصلاح زیستی خاک‌های شور-سدیمی و سدیمی به طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. در مجموع، نتایج این مطالعات توانمندی‌های زیاد این گیاه را در فرآیند اصلاح زیستی خاک نشان داده است. تأثیر برگ‌های کالرگراس، اعم از تجزیه شده یا نشده، در اصلاح اینگونه خاک‌ها بیشتر از کود حیوانی و لجن فاضلاب بوده است (۱۸). همچنین، زهاب‌های جمع‌آوری شده از ستون‌های کشت شده با کالرگراس، چهار برابر بیشتر از ستون‌های کشت شده با گیاه سسبانیا[1]، و قابلیت انحلال آهک آن دو برابر سسبانیا بود (۱۸). لازم به تذکر است که سسبانیا از گیاهان علوفه‌ای بسیار مقاوم در خاک‌های قلیایی، و از مهمترین گونه‌های گیاهی در اصلاح اینگونه خاک‌ها است. در یک تحقیق در پاکستان، گیاه کالرگراس در یک خاک شور-سدیمی با شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر و اسیدیته (pH) ۱۰/۴ (در عمق ۲۵- ۰ سانتی‌متری) کشت شد (۱۶). یک سال و نیم پس از کاشت، شوری آن به ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و pH خاک به ۹/۸ کاهش یافت. قابل ذکر است که SAR آب آبیاری بین ۷ تا ۹ متغیر بود. در طی مدت این آزمایش، کالرگراس تا ارتفاع ۱۵۰-۱۲۰ سانتی‌متر رشد کرده، و طی چهار نوبت برداشت در سال، معادل ۴۰ تن در هکتار ماده آلی (علوفه) تولید نمود (۱۶).

در روش اصلاح زیستی خاک، علاوه بر تعدیل مسئله شوری و سدیمی بودن خاک، ابعاد اقتصادی، برای جبران هزینه‌های برنامه اصلاحی و کسب درآمد نیز مد نظر می‌باشد. محصول تولید شده در این برنامه، که اغلب علوفه می‌باشد، به عنوان کود سبز به خاک

1- Sesbania

برگردانده می‌شود، یا به بازار مصرف عرضه می‌گردد و یا با استفاده از فن‌آوری‌های مناسب به فرآورده‌های ارزشمند دیگری، مانند متان و اتانول، تبدیل می‌شود.

روش‌های اصلاح زیستی خاک کارآیی زیادی در تسریع روند اصلاح خاک‌های آهکی شور-سدیمی و سدیمی دارند. از این رو، با بهبود کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، پس از مدتی به کشت گیاهان رایج زراعی نیز می‌توان مبادرت نمود. برای مثال، در برخی از عرصه‌های شور کشور هند، پس از چهار سال برنامه جنگل‌زراعی با درختان شورزی و برداشت چوب، کشاورزان اقدام به کشت محصولات رایج زراعی به مدت یکی دو سال می‌نمایند. همچنین، در مراتع شور کشور استرالیا (مراتع آتریپلکس یا علوفه‌های شورزی دیگر)، بسته به شرایط اقلیمی، یکی دو سال پس از کشت علوفه‌های شورزی، خاک به اندازه کافی اصلاح می‌شود و گونه‌های علوفه‌ای رایج، مانند انواع شبدر، به منظور افزایش کیفیت مرتع در میان علوفه‌های شورزی کشت می‌شود. گیاهان زراعی جو و کلزا نیز پس از تناوب با گیاه کالرگراس عملکرد بیشتری نسب به تیمار شاهد داشتند (۱۶). بنابراین، برخی از گیاهان شورزی را، با توجه به شرایط اقلیمی و شدت شوری خاک و آب آبیاری، می‌توان در سیستم‌های زراعی رایج، مانند تناوب و کشت توأم نیز وارد نمود.

۶-۲-۴- استفاده از زهاب‌های کشاورزی

یکی از مشکلات عمده کشاورزی آبی (فاریاب) اثرات نامطلوب کوتاه و بلند مدت زهاب‌های آن بر محیط زیست است. در کشت آبی، برای تنظیم شوری خاک در سطح قابل تحمل برای گیاهان زراعی رایج، عملیات آبشویی ضروری می‌باشد، که پیامد آن ایجاد حجم زیادی از آب زهکشی است. در شرایط حاضر، دیگر نمی‌توان نیاز آبشویی را فقط بر اساس شوری آب آبیاری و میزان تحمل به شوری گیاه، و اهداف اصلاح زمین‌های شور را تنها کاهش شوری و دستیابی به حداکثر عملکرد محصول گیاه قرار داد. بلکه، اثرات زیست محیطی آب زهکشی که توسط عملیات احیا و اصلاح اراضی و آبیاری مزارع ایجاد می‌شود را باید به طور حتم در نظر گرفت. از این رو، چالش‌های مهم در این رابطه در کشاورزی فاریاب و رایج کاهش حجم آب‌های زهکشی و دفع آن در

همان محدوده تولید زهاب می‌باشند. از دیدگاه مدیریتی و کاربردی، دو راهکار بهبود مدیریت آبیاری جهت بهتر نمودن مصرف آب آبیاری و آبشویی (۵۰) و استفاده مجدد از آب‌های زهکشی برای آبیاری گیاهان مناسب و متحمل به شوری (۴۶) پیشنهاد و اجرا گردیده است.

تولید گیاهان شورزی، آب‌های زهکشی را از یک معضل زیست محیطی به سرمایه اقتصادی تبدیل نموده و رهاسازی آب زهکش را به همان محل تولید محدود می‌کند، و به نحو مؤثری از انتقال بقایای کودهای شیمیایی، نمک‌ها و آفت‌کش‌ها به رودخانه‌ها و محیط‌های آبی دیگر جلوگیری می‌نماید. برنامه جنگل‌زراعی می‌تواند نقش مؤثری هم در مدیریت مصرف آب‌های شور (مانند زهاب‌های کشاورزی) و هم در کاهش سطح ایستابی در شرایط ماندابی بودن زمین ایفا نماید. کشت و صنعت معین در جنوب استان خوزستان (حد فاصل اهواز-خرمشهر) در نزدیکی مجتمع‌های نیشکر به تولید درختان اکالیپتوس اقدام نموده است. استفاده از حجم عظیمی از زهاب‌های این مجتمع‌ها، که به صورت معضل زیست محیطی برای منطقه در آمده، برای تولید گونه‌های شورزی با کاربرد چوب و علوفه راهکار مؤثری در حل مشکلات زیست محیطی و اجتماعی حاصل از تخلیه زهاب ها به رودخانه‌های منطقه می‌باشد. در دره سن واکین (کشور آمریکا)، به علت میزان زیاد سلنیوم در زهاب‌ها، تخلیه آن به محیط‌های آبی و یا حوضچه‌های تبخیر امکان‌پذیر نبود. از این رو، آبیاری درختان و گیاهان شورزی با این نوع زهاب‌ها به عنوان گزینه‌ای در جهت دفع زهاب‌ها مطرح و اجرا گردیده است (۲۷). همچنین، زهاب‌های شور و گیاهان متحمل به شوری و شورزی به طور گسترده‌ای در ایجاد و آبیاری پارک‌ها، زمین‌های ورزشی و باغچه‌های منازل در شهرهای مناطق خشک و بیابانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳۲ و ۳۷).

۶-۲-۵- زهکشی زیستی[1]

خیز سطح ایستابی و شوری ناشی از آن به طور فزاینده‌ای در زمین‌های کشاورزی کشور و جهان، به ویژه در زمین‌های آبی، مشاهده می‌شود. تبدیل کاربری اراضی طبیعی، بدون

1- Biodrainage

در نظر گرفتن بیلان آب و نمک و اعمال مدیریت مناسب آبیاری، مهمترین عامل بروز و گسترش روزافزون این مشکل می‌باشد. از این رو، نیاز به مدیریت و کنترل سطح ایستابی به شدت در این زمین‌ها احساس می‌شود. راهکارهای مرسوم مدیریت آب زیرزمینی شامل انواع روش‌های مهندسی زهکشی، مانند کانالهای روباز، سیستمهای زهکشی زیرزمینی و زهکشی عمودی از طریق پمپاژ آب، می‌باشد. روش‌های مرسوم زهکشی به طور معمول نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه زیاد و دانش فنی بالا در طراحی، اجرا و نگهداری می‌باشند. همچنین، این روش‌ها مقادیر مختلفی از زهاب با کیفیتهای مختلف را تولید می‌نمایند، که در بسیاری از موارد تخلیه و دفع مناسب آن باعث نگرانی است. تخلیه زهاب‌های شور و اغلب آلوده به انواع آلاینده‌های شیمیایی و بیولوژیکی به رودخانه‌ها، باعث کاهش کیفیت محیطهای آبی و بروز مسائل بهداشتی در جوامع مختلف می‌گردد. این روش از نظر محققین و کارشناسان ذیربط، مغایر با اصول توسعه پایدار می‌باشد.

با توجه به مطالب گفته شده، نیاز به روش‌های دیگر زهکشی و مدیریت سطح ایستابی در زمین‌های کشاورزی احساس می‌شود. با توجه به دیدگاه پایداری، روش‌های جایگزین باید دارای کارآیی مطلوب، مقرون به صرفه، مقبولیت اجتماعی و سازگاری با محیط زیست باشد، و باعث تخریب عرصه‌های طبیعی و منابع آب نگردد. زهکشی زیستی از جمله روش‌های مکمل زهکشی زمین‌ها با ویژگی‌های گفته شده می‌باشد. *زهکشی زیستی*، زهکشی عمودی آب خاک از طریق فرآیند تبخیر-تعرق گیاه است (۲۶). عدم تولید زهاب از ویژگی‌های بارز این روش است. سرمایه‌گذاری اولیه فقط در هنگام آماده‌سازی محل مورد نیاز بوده، و بخش یا کلیه هزینه‌های مربوطه از طریق فروش محصولات تولید شده، مانند علوفه و چوب، قابل جبران است. از این رو، رویکرد زهکشی زیستی فن‌آوری سازگار با محیط زیست بوده، فرآورده‌های اقتصادی از قبیل چوب، میوه و علوفه تولید می‌نماید، به بهبود کیفیت محیط زیست و تنوع زیستی از طریق ایجاد سایه، پناهگاه، بادشکن و کاهش آلودگی هوا، کمک می‌نماید و باعث بهبود کیفیت خاک از طریق بهبود تهویه خاک و افزایش ماده آلی آن می‌گردد. همچنین، در بسیاری از موارد می‌توان از زهکشی زیستی در جوار روش‌های مرسوم مهندسی زهکشی استفاده کرد.

گزارش شده که در شرایط ایده‌آل تاجپوش یا کانوپی یک درخت می‌تواند سطح ایستابی را در مدت ۵-۳ سال به میزان ۱ تا ۲ متر کاهش دهد (۳۳). گیاه اکالیپتوس از بهترین نوع درختان برای کاربرد در زهکشی زیستی است. مناطقی که در اثر مدیریت نامطلوب و تغییر کاربری زمین مبتلا به سطح ایستابی کم عمق شده‌اند، مناسب‌ترین شرایط برای استفاده از زهکشی زیستی است. از طرفی دیگر، در مناطقی که سطح آب زیرزمینی شور نبوده و در اثر برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی، سطح ایستابی به تدریج در حال نزول می‌باشد، کاربرد زهکشی زیستی و کاشت درختان با تبخیر-تعرق بالا باعث وخیم‌تر شدن وضعیت موجود می‌گردد. از این رو، در اکثر نواحی خشک کشور با سطح آب زیرزمینی عمیق، کاشت چنین درختانی بیشتر موجب ناپایداری زیست بوم منطقه خواهد شد.

از گیاهان شورزی در اصلاح زیستی زمین‌هایی که در آنها سطح آب زیرزمینی شور کم عمق باشد، استفاده می‌شود. بهره‌برداری زراعی از زمین‌های شور حاشیه کویرهای کشور، به دلیل شوری زیاد، سطح ایستابی کم عمق و عدم امکان زهکشی اقتصادی، کاری بسیار مشکل و پرهزینه می‌باشد. علاوه بر آن، کمبود منابع آب با کیفیت مناسب فرآیند اصلاح و بهره‌برداری از این زمین‌ها را از نظر اجرایی و اقتصادی دشوار ساخته است. از این رو، روش‌های زیستی اصلاح خاک و زهکشی زیستی به منظور بهره‌برداری از این راضی به عنوان یک راه حل اساسی مطرح بوده است (۳). سازگاری گونه‌های متعددی از گیاه آتریپلکس و همچنین گونه‌هایی از تاغ و گز با زمین‌های شور و با سطح ایستابی کم عمق نشان داده شده است (۲۵).

سیستم زهکشی زیستی در صورتی در دراز مدت پایدار خواهد بود که بیلان نمک را در نظر گیرد. بیلان نمک مهمترین عاملی است که قبل از اجرای سیستم زهکشی زیستی باید بررسی و مطالعه گردد (۳۳). شوری آب زیرزمینی و چگونگی جذب یا دفع نمک توسط گیاه در انتخاب نوع گیاه و در نتیجه، کارآیی سیستم زهکشی زیستی اثرات اساسی دارند. از آنجا که بسیاری از خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک دارای شوری‌های متوسط تا زیاد هستند، گیاهان شورزی می‌توانند نقش اساسی و مهمی را در زهکشی زیستی و مدیریت سطح ایستابی در این مناطق ایفا نمایند. بررسی مصرف آب درخت آکاسیا (*Acacia nilotica*) در دو منطقه با شوری آب زیرزمینی متفاوت در

کشور پاکستان، نشان داد که مصرف آب سالیانه این درخت در منطقه با آب زیرزمینی بسیار شور (۲۰ دسی‌زیمنس بر متر در عمق ۱/۵ -۱/۰ متری) ۱۲۴۸ میلی‌متر و در منطقه نسبتاً شور (۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در عمق ۲ متری) ۲۲۲۵ میلی‌متر می‌باشد (۳۶). این مقادیر بسیار بیشتر از بارندگی سالیانه بود، از این رو، درخت آکاسیا اکثر آب مصرفی خود را از آب‌های زیرزمینی تأمین نموده است، که نشان از توانمندی مطلوب این درخت در کاهش سطح ایستابی در مناطق شور دارد.

مهمترین کاستی سیستم زهکشی زیستی عدم توانایی مطلوب آن در خارج ساختن نمک از درون خاک است. البته، گیاهان شورزی قادر به انتقال نمک به اندامهای خود می‌باشند، که با برداشت محصول و خارج ساختن آن از محل، تا حدودی تخلیه نمک انجام می‌گیرد. لیکن، اکثر کارشناسان عقیده دارند که این مقادیر کافی و قابل توجه نمی‌باشند (۳۳). هرچند نمک قابل توجهی از طریق زهکشی زیستی از خاک تخلیه نمی‌شود، لیکن، فرآیند کاهش سطح ایستابی خطر بالقوه شوری خاک را کاهش می‌دهد و مدیریت زمین‌های شور را تا حدودی تسهیل می‌نماید. تلفیق این سیستم با سیستمهای مهندسی زهکشی مرسوم تا حد زیادی مشکل تخلیه نمک‌ها را مرتفع و کارآیی سیستم زهکشی را افزایش خواهد داد. در صورتی که کاشت گیاهان شورزی خاصی مد نظر بوده و هدف کاهش سطح آب زیرزمینی برای بهبود تهویه خاک و رشد بهتر ریشه‌ها باشد، از آنجا که این گیاهان به طور طبیعی متحمل به شوری می‌باشند، به نظر می‌آید که عدم کارآیی بالای سیستم زهکشی زیستی در تخلیه نمک، در این شرایط مشکلی قابل توجه و جدی نباشد.

۶-۲-۶- ترسیب کربن[1]

ترسیب کربن یعنی ذخیره‌سازی کربن در خاک، زیست توده (بیوماس)، اعماق زمین و یا زیست‌بوم‌های دریایی، به نحوی که انتشار آن را در اتمسفر به شکل دی اکسید کربن کاهش دهد یا به تأخیر اندازد (۴). در حدود ۴۳ درصد از سطح زمین از اقلیم‌های خشک و نیمه خشک تشکیل شده است. برآورده گردیده که کشت گیاهان شورزی در

1- Carbon sequestration

زمین‌های شور، احیای اراضی مخروبه و برنامه‌های حفاظتی مشابه در مناطق خشک، بر اساس یک سناریوی ۱۰۰ ساله بین ۱-۰/۵ گیگاتن کربن در سال را در خاک‌های این مناطق ترسیب خواهد کرد (۳۰). این برآورد توانمندی بسیار بالای اراضی بیابانی و شور را در اجرای پروژه‌های ترسیب کربن و دریافت بودجه‌های مربوطه از منابع بین‌المللی را نشان می‌دهد. پروژه بین‌المللی ترسیب کربن حسین آباد سربیشه در استان خراسان جنوبی، در حداقل ۹۰۰۰ هکتار از مراتع تخریب شده در دشت حسین آباد از سال ۱۳۸۲ آغاز و در سال ۱۳۸۸ پایان می‌گیرد. این پروژه کار مشترک سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور و برنامه عمران سازمان ملل متحد (UNDP) است (۲۴). عملیات جنگل‌کاری با هدف پرورش سریع و دراز مدت درختان، نمونه‌ای دیگر از طرح‌های ترسیب کربن است. در جدول ۶-۴ ترسیب کربن در دو نوع کاربری اراضی و با استفاده از گونه‌های متحمل به شوری و شورزی ارائه شده است. به طور کلی، گونه‌های درختی کارآیی بیشتری نسبت به گونه‌های علفی و بوته‌ای دارند.

تولید زیست توده به منظور ترسیب کربن و یا سوخت (انرژی)، با توجه به وضعیت فعلی جمعیت و نیاز غذایی در کشورهای در حال توسعه، هنگامی عملی خواهد بود که از منابعی استفاده شود که با منابع تولید غذا رقابت نداشته باشد. زمین‌های مخروبه و محیط‌های شور، به ویژه اراضی ساحلی، بهترین گزینه برای چنین فعالیت‌هایی است. برای محاسبه ترسیب کربن خالص در یک پروژه ترسیب کربن، باید مقادیر کربنی که در طی فرآیند اجرای پروژه تولید می‌شود، مانند تجزیه ماده آلی، سوخت مصرفی و تهیه ابزار لازم، را از کل کربنی که در زیست توده تثبیت می‌شود، کسر نمود. بدین ترتیب، طرح‌های شورورزی و جنگل‌زراعی به منظور ترسیب کربن، مزیت‌های خود را نسبت به طرح‌های ترسیب کربن جنگلی در مناطق استوایی و یا جنگل‌های انبوه مخروبه نشان خواهد داد. در فصل سوم به این مزیت‌ها اشاره شده است. اینگونه طرح‌ها، به دلیل آثار مثبتی که در ترسیب کربن کره زمین دارند، مورد حمایت سازمان‌های بین‌المللی تحت عنوان پروژه‌های مکانیسم توسعه پاک[1] (CDM) و تجارت کربن[2]، می‌باشند.

1- Clean Development Mechanism
2- Carbon trade

جدول ۶-۴- کارآیی دو نوع کاربری زمین (علفی و علف-درخت) برای ترسیب کربن در یک خاک آهکی سدیمی (pH = ۱۰/۲-۱۰/۰ و EC_e= ۴/۶-۲/۰ دسی‌زیمنس بر متر)، (۴۴)

نوع تیمار	کربن آلی خاک[۱] (گرم بر کیلوگرم) در اعماق مختلف[۲]			ترسیب کربن[۳] (تن در هکتار در سال)
	۰-۰/۰۷۵ (متر)	۰/۰۷۵-۰/۱۵ (متر)	میانگین (C_i)	
Desmostachya	۲/۹	۱/٦	۲/۳	۰/۳۳
Sporobolus	۲/٤	۱/۳	۱/۸	۰/۱۷
Acacia + Desmustachya	۳/٦	۱/۸	۲/۷	۰/٤۷
Dalbergia + Desmustachya	٤/٦	۲/٤	۳/۵	۰/۷۳
Prosopis + Desmustachya	٤/۷	۲/۵	۳/٦	۰/۷۷
Acacia + Desmustachya	۲/٦	۱/٤	۲/۰	۰/۲۳
Dalbergia + Desmustachya	۳/۲	۱/۷	۲/۵	۰/٤۰
Prosopis + Desmustachya	۳/٦	۱/۹	۲/۸	۰/۵۰

۱- میزان کربن اولیه خاک در تیمارهای مختلف بین ۱/۶-۱ گرم بر کیلوگرم متغیر بود.

۲- پس از ۶ سال کاشت

۳- با فرض اینکه میزان کربن خاک ۱/۳ گرم بر کیلوگرم (میانگین میزان کربن اولیه خاک، C_m) و جرم خاک تا عمق ۰/۱۵ متری، ۲ میلیون کیلوگرم در هکتار است، میزان سالیانه ترسیب کربن آلی خاک (C) در هر تیمار:

$$C = [(C_i - C_m) \times 2] / 6$$

۶-۲-۷- آلودگی‌های نفتی

فعالیت‌های نفتی حجم زیادی از پساب‌های شور و آلوده به انواع هیدروکربن‌ها و فلزات سنگین را تولید می‌کنند (۲۹). غلظت نمک‌های این پساب‌ها از ۱ تا ۴۰۰ گرم بر لیتر متغیر است (۴۹)، و جزو آلوده‌کننده‌های محیط زیست محسوب می‌شوند. به طور معمول، این پساب‌ها به آبخوان‌های عمیق تزریق می‌شوند، که راهکاری پرهزینه و انرژی‌بر است و پیامدهای زیست محیطی نامطلوب نیز به دنبال خواهد داشت. همچنین، حجم زیادی از این پساب‌ها، به طور تعمدی یا اتفاقی، در عرصه‌های طبیعی اطراف مناطق استخراج نفت تخلیه می‌گردند که باعث آلودگی شدید خاک‌های منطقه می‌شود.

خاک‌های این مناطق، علاوه بر مشکل شوری، دارای مشکلات سدیم، کربوهیدرات‌های نفتی و فلزات سنگین نیز می‌باشند، که پوشش گیاهی آن مناطق را با تنش‌های عدیده مواجه ساخته، و در بسیاری از موارد، باعث از بین رفتن آنها می‌گردد. آبشویی و نصب سیستم زهکشی در مناطق آلوده به پساب‌های شور نفتی در بسیاری از شرایط و در اکثر کشورها به دلیل شوری بسیار زیاد و کمبود منابع آب مناسب اقتصادی و یا امکان‌پذیر نمی‌باشد.

تجزیه آلوده‌کننده‌های نفتی به طور طبیعی توسط میکروارگانیسم‌های خاک صورت می‌گیرد. لیکن، در شرایط شوری زیاد ناشی از این پساب‌ها، فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک کاهش یافته و یا مختل می‌گردد، و در نتیجه، فرآیند تجزیه و تخریب به کندی صورت می‌گیرد. به همین دلیل، تنها راهکار مؤثر و کاربردی برای افزایش سرعت و روند تجزیه آلوده‌کننده‌های نفتی، استفاده از باکتری‌ها و قارچ‌های بومی و بسیار متحمل به شوری است (۴۰). در همین رابطه، تحقیقات در نقاط مختلف جهان منجر به شناسایی میکروارگانیسم‌های نمک دوست[1] و متحمل به شوری متعددی گردیده است (۲۸، ۴۰ و ۴۲). احیاء پوشش گیاهی در مناطق آلوده به پساب‌های شور نفتی، با بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک، تأثیر به سزایی بر سرعت و کارآیی فعالیتهای اصلاحی در این مناطق دارد (۳۴ و ۳۵). از آنجا که این مناطق همزمان با مشکلات شوری بسیار زیاد و آلودگی هیدروکربن‌های نفتی روبرو هستند، گیاهانی باید مورد استفاده قرار گیرند که علاوه بر متحمل بودن به شوری، متحمل به آلودگی‌های نفتی نیز باشند.

شورورزی و تولید گیاهان شورزی رویکردی اقتصادی و مناسب برای دفع پساب‌های حاصل از فعالیتهای نفتی و اصلاح زمین‌های آلوده به آنها می‌باشد. نتایج تحقیقاتی که بر روی پنج گونه گیاه شورزی برای اصلاح خاک‌های آلوده انجام شد، نشان داد که کاربرد این گیاهان خاک را پس از مدتی تا حدی اصلاح می‌نماید که بتوان گیاهان زراعی رایج را کشت نمود و یا گیاهان طبیعی و بومی دوباره منطقه را تحت پوشش قرار دهند (۳۴). در مرکز بین‌المللی کشاورزی شور زیست (ICBA) یک پروژه به صورت آزمایشی برای تصفیه اولیه پساب‌های نفتی حاصل از مشتقات نفتی و فلزات سنگین و

1- Halophile

آبیاری گیاهان شورزی در حال اجرا است (۴۸). با توجه به فعالیت‌های گسترده شرکت‌های نفتی در کشور و مشکلات زیست محیطی ناشی از آن و با وجود مراکز تحقیقاتی متعدد در کشور، انجام پژوهش‌های علمی-کاربردی در این زمینه امکان‌پذیر و ضروری است، و باید مورد توجه محققین و وزارت نفت کشور قرار گیرد. در پیوست ۷ فهرستی از گیاهان مناسب برای اصلاح زیستی خاک‌های آلوده به پساب‌های شور نفتی ارائه شده است.

۶-۳- ملاحظات زیست محیطی

توصیه برای استفاده از گونه‌های غیربومی گیاهان به منظور احیای عرصه‌های بیابانی و شور کشور و یا تولید تجاری گیاهان اقتصادی شورزی در زمینهای شور باید با احتیاط و مطالعه کافی توسط کارشناسان مربوطه صورت پذیرد. نگرانی برخی از متخصصان بوم‌شناسی در رابطه با مهاجم شدن این گونه‌ها و تغییر ثبات اکولوژیکی منطقه نیز قابل تأمل است. همچنین، نگرانی‌هایی در مورد اثرات کاربرد آب‌های شور در شورورزی، به ویژه کشاورزی با آب دریا، بر کیفیت منابع آب زیرزمینی و پایداری این نظام تولیدی ممکن است وجود داشته باشد. در این بخش سعی خواهد شد تا توضیحاتی در این مورد ارائه گردد.

۶-۳-۱- اثرات بوم‌شناختی

استفاده از تنوع زیستی گیاهی و جانوری بومی در محل مورد نظر برای اجرای عملیات مختلف بهره‌برداری اقتصادی از منابع خاک و آب شور، در شورورزی تأکید شده است. شناسایی انواع گیاهان شورزی و کاربرد اقتصادی آنها از جمله اطلاعات پایه‌ای مهم می‌باشد. علاوه بر سازگاری با زیست‌بوم محل، به طور معمول، ساکنین منطقه با گیاهان شورزی بومی و کاربرد آنها آشنایی دارند، که این آشنایی بر رغبت کشاورزان برای تولید آنها اثرات مثبت دارد.

تنوع زیستی فلور گیاهان شورزی کشور بسیار غنی بوده و در اکثر مواقع، به ویژه در

برنامه‌های جنگل‌زراعی، نیازی به استفاده از گونه‌های وارداتی نیست. مهمترین نوع علوفه‌ای گیاهان شورزی وارداتی به کشور انواع آتریپلکس می‌باشد، که به عنوان منابع با ارزش تولید علوفه، به طور گسترده در عرصه‌های شور و بیابانی استانهای مختلف کشور از چندین دهه پیش مورد استفاده قرار گرفته است. مهمترین گونه‌های آن آتریپلکس کانسنس، لنتی فورمیس و هالیموس می‌باشند، که گونه کانسنس از دو گونه دیگر رواج بیشتری دارد (۸). جعفری (۸) اثرات بوم‌شناختی بوته‌کاری با آتریپلکس بر محیط تحت کشت را به تفصیل مورد بحث قرار داده است. نتایج بررسی‌های متعدد اثرات بوته‌کاری با آتریپلکس در نقاط مختلف کشور، مانند شهریار و گنبد کاووس (۱۲)، جوپار کرمان و کبوترخان رفسنجان (۲۲)، گناباد (۲۳)، دو منطقه در استان فارس (۹) و زرند ساوه (۱۰)، حاکی از اثرات مثبت آتریپلکس‌کاری بر میزان ماده آلی و بهبود ساختمان خاک دارد.

توصیه شده است که به دلیل اثرات نامناسب آتریپلکس، باید از کشت آن در درمنه‌زارها اجتناب شود (۷). متغیرهای گیاهی، شامل تراکم و سطح تاج پوشش درمنه (Artemisia) به عنوان گونه غالب در یک منطقه آتریپلکس‌کاری شده در آب باریک گناباد، نسبت به شاهد کاهش داشت (۲۳). کشت آتریپلکس اثرات منفی بر گونه دائمی *Astragulus squarrosus* و گونه یک ساله *Artemisia turanica*، و افزایش برخی گونه‌های مهاجم مانند ورک، در منطقه عباس آباد (مشهد) داشت، و در ناحیه چاه نوروز (نیشابور) باعث کاهش گونه گرامینه دائمی *Stipa lassinginana* از ۴۰ به ۳۲ درصد گردید (۲۳). لیکن، خلخالی (۱۲) گزارش کرده است که هر چند پوشش گیاهی بومی در دو منطقه شهریار و گنبد کاووس در ناحیه آتریپلکس‌کاری شده کمتر از شاهد بود، اما کشت آتریپلکس همراه با قرق، باعث ایجاد تغییرات مثبت در پوشش گیاهی بومی منطقه گردید، که می‌توان به تغییر در تنوع پوشش با امکان بازگشت گیاهان با ارزش و گرایش پوشش طبیعی در ناحیه بوته‌کاری شده به سوی انواع گیاهان با درجه خوشخوراکی بیشتر اشاره داشت. نتایج این تحقیق از آن جهت حائز اهمیت است که نشان می‌دهد که آتریپلکس‌کاری هرگاه با مدیریت مناسب به همراه باشد، وضعیت پوشش گیاهی بومی منطقه نیز بهبود می‌یابد. چالاک حقیقی (۹) نیز گزارش کرده است که هر چند درصد پوشش بومی بین دو منطقه بوته‌کاری شده با آتریپلکس لنتی فورمیس و شاهد در دو منطقه استان فارس تفاوت معنی‌داری نداشتند، لیکن، به دلیل

بهبود خرداقلیم[1] مساعد ایجاد شده توسط بوته‌کاری و اعمال قرق، حضور گیاهان با کلاس خوشخوراکی یک در عرصه بوته‌کاری شده بیشتر بوده است. کاشت آتریپلکس در محدوده طرح بیابان‌زدایی آغدی گنگ در مأمونیه زرند ساوه، پس از هشت سال باعث افزایش درصد پوشش، تراکم و تولید گونه‌های یک ساله علفی و بوته ای، مانند *Artemisia sieberi* و *Stipa barbata* گردید (۱۰).

جعفری (۸) نظرات بهره‌برداران و مرتعداران را در رابطه با وضعیت مرتع و بوته‌کاری آتریپلکس جمع‌بندی نموده است. به عقیده این بهره‌برداران، پس از کشت آتریپلکس، وضعیت پوشش گیاهی منطقه بهبود یافته، ترکیب دام‌های منطقه ثابت مانده و از گیاه آتریپلکس تنها به عنوان خوراک دام استفاده می‌شود. ۶۰ درصد اهالی اعتقاد دارند که تولید علوفه با کیفیت مناسب و در نتیجه، تولید مواد لبنی و گوشت، با کشت آتریپلکس افزایش یافته است، لیکن ۳۷ درصد علوفه آن را مناسب دام ندانسته و اعتقاد دارند که تغذیه از آن باعث بروز بیماری در دام‌ها می‌شود (۸). البته، هنوز به طور قطعی ارتباط این بیماری‌ها با علوفه آتریپلکس ثابت نشده است (۸). رعایت فصل مناسب چرا، به ویژه چرا به هنگام فراوانی سرشاخه‌ها، ترکه‌ها و برگ‌های جوان که به طور معمول دارای درصد نمک کمتری می‌باشند، و همچنین، ایجاد تناوب در چرا، و استفاده از مکمل‌های غذایی اثرات نامطلوب تغذیه از این گیاه بر دام‌های منطقه را کاهش داده و یا مرتفع خواهد ساخت (۸).

با عنایت به مطلب گفته شده، کشت آتریپلکس پس از گذشت چند سال تغییراتی را در پوشش گیاهی و خاک‌های منطقه ایجاد می‌کند که مثبت یا منفی بودن اثرات آن بستگی به شرایط منطقه و نوع مدیریت دارد (۸). بدیهی است که کشت این گونه گیاهی در زمین‌های غیرشور مغایر با اصول بوم‌شناسی است. از این رو، کشت آنها در زمین‌های شور با پوشش ضعیف گیاهی توصیه می‌گردد. در صورت انتخاب فاصله کاشت مناسب، اثرات تخریبی این گونه نه تنها کاهش می‌یابد، بلکه اثرات مطلوبی نیز بر اصلاح خاک و پوشش گیاهی منطقه خواهد داشت (۸). با توجه به این اثرات مثبت، پس از اتمام یک دوره رشد ۱۰ ساله آتریپلکس، شرایط محیط برای استقرار گونه‌های گیاهی دیگر فراهم می‌شود (۸ و ۴۵).

1- Microclimate

۶-۳-۲- تأثیر بر کیفیت منابع آب زیرزمینی

کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی، شوری خاک و پایداری نظام تولید از چالشهایی هستند که نگرانی برخی از کارشناسان را بر انگیخته است. باید اظهار داشت که پایداری تنها مشکل و چالش شورورزی و یا کشاورزی با آب دریا نیست. در حقیقت، بسیاری از پروژه‌های آبیاری با آب غیرشور از آزمون پایداری موفق نبوده‌اند. همین که نزدیک به یک سوم زمین‌های فاریاب جهان مبتلا به شوری هستند، شاهدی بر این مدعا است.

کاهش نفوذپذیری خاک در اثر پخشیدگی ذرات خاک و در نتیجه، تخریب ساختمان خاک، عمده‌ترین نگرانی محققین در کاربرد آب‌های شور، به ویژه با میزان سدیم زیاد، در آبیاری است. نسبت جذب سدیم (SAR) متداول‌ترین معیار بررسی مشکل نفوذپذیری می‌باشد. به طور کلی هرگاه SAR یک خاک بیشتر از ۱۳ باشد، آن خاک جزو خاک‌های سدیمی قرار خواهد گرفت. از آنجا که به طور کلی غلظت یون‌ها یون‌های دیگر در آب دریا نسبت به سدیم زیادتر می‌باشد، حتی در خاک‌های سنگین نیز خطری از حیث تخریب ساختمان خاک و کاهش نفوذپذیری متصور نخواهد شد. در مورد آب‌های شور از منابع زهاب‌ها و آب‌های سطحی و زیر زمینی، ضروری است که قبل از کاربرد آنها تجزیه شیمیایی آب‌ها انجام گیرد، تا در صورت وجود خطر سدیم، اقدامات لازم انجام گیرد.

تعیین بیلان آبی و نمک برای یک گیاه شورزی با کاربرد زراعی، اولین بار توسط Glenn و همکاران (۳۱) در مکزیک انجام شد. این مطالعات نشان داد که هر چند گیاه سالیکورنیا قادر است تا سه برابر شوری آب دریا در محدوده توسعه ریشه به حیات ادامه دهد، لیکن، نیازمند ۳۵درصد آبیاری بیشتر نسبت به محصولات رایج در زمین‌های فاریاب غیرشور است. این مقدار آب اضافی برای آبشویی نمک‌های است تا شوری محیط ریشه در حد بهینه برای حداکثر رشد و عملکرد سالیکورنیا باقی بماند. به طور معمول، در آبیاری با آب دریا، آب بیشتر و دور آبیاری کوتاه‌تر مورد نیاز است تا از تجمع املاح در محیط ریشه در حدی که محدودکننده رشد گیاه باشد، جلوگیری شود. اراضی ساحلی که با آب دریا آبیاری می‌شوند، دارای بافت شنی، و در نتیجه زهکشی طبیعی مناسب می‌باشند. همچنین، نفوذ عمقی آب در نهایت دوباره به دریا برمی‌گردد. این امر در بیابان‌های شنی داخلی نیز در اکثر مواقع صادق است. هرگاه سفره آب زیرزمینی

شور باشد، آب آبیاری مصرف شده برای تولید گیاهان شورزی در این مناطق، در نهایت دوباره به همان سفره آبی برمی‌گردد که از ابتدا شور بوده و قابل مصرف در کشاورزی رایج نبوده است. از این رو، آلودگی و کاهش کیفیت آب‌های زیرزمینی در این شرایط آنچنان بحرانی نیست. در مطالعه آبیاری مزارع گیاهان شورزی با پساب‌های شور حاصل از واحدهای آب شیرین‌کن در جنوب ایالت آریزونا (۵ درصد کسر آبشویی)، نتیجه‌گیری شد که با این روش آبیاری مزارع گیاهان شورزی بیش از ۱۰۰ سال قابلیت تولید دارند، بدون آنکه کیفیت منابع آب زیرزمینی را بیش از تولید فاریاب محصولات زراعی رایج در همان منطقه تحت تأثیر قرار دهند (۴۷). شورورزی در مناطقی توصیه می‌شود که کشاورزی رایج مقرون به صرفه نبوده و یا امکان‌پذیر نمی‌باشد، به عبارت دیگر، مناطق خشک، بیابانی و شوره‌زارها، که اغلب بایر و با پوشش فقیر گیاهی به همراه هستند. بنابراین، احداث مزارع شورورزی در این شرایط اثرات به مراتب کمتری نسبت به کشاورزی رایج و مرسوم بر زیست‌بوم‌های حساس دارند (۳۱).

۶-۴- تولید اقتصادی

کلیه زمین‌های شور قابلیت تولید را دارند، لیکن، توانمندی‌های آنها یکسان نیست. برای آنکه بهره‌وری اقتصادی از این زمین‌ها سودآور باشد، باید سه عامل قابلیت تولید زمین، توانمندی‌های گیاه و ظرفیت بازار مصرف در نظر گرفته شود. Miyamoto (۳۸) برآوردی از اقتصاد مصرف آب‌های شور برای مصارف مختلف ارائه نموده است (جدول ۶-۵). این برآورد براساس وضعیت اقتصادی مناطق خشک و نیمه‌خشک جنوب غربی کشور آمریکا است. به نظر نامبرده، اقتصاد و سودآوری عامل نهایی اثرگذار در کاربرد آب‌های شور در فعالیت‌های مختلف کشاورزی است. بنابراین، کشاورزی شورورزی به عنوان فعالیت‌های اقتصادی در شرایطی که کشاورزی رایج اقتصادی نمی‌باشد، باید دو مقوله اصل را در نظر بگیرد. نخست باید گیاهانی که کاربرد اقتصادی دارند را با عملکرد قابل قبولی تولید نمود، تا هزینه‌های سرمایه‌گذاری شده را جبران نماید. دوم آنکه پژوهشگران باید روش‌های زراعی سازگار با محیط زیست را برای تولید پایدار این گیاهان ارائه و توسعه دهند. تحقق این امر به باور پژوهشگران از توانمندی‌ها و قابلیت‌های فن‌آوری شورورزی وابسته می‌باشد، که در نتیجه، با نوآوری و خلاقیت در این زمینه، دانش فنی لازم برای اجرایی شدن این راهبرد حاصل می‌شود.

جدول ۶-۵- راهنمای کلی برای بهره‌برداری اقتصادی از منابع آب‌های شور در جنوب غربی کشور آمریکا (۳۸).

نوع مصرف	محدوده کاربردی شوری (میلی‌گرم بر لیتر)	عمق آب مصرفی[1] (متر در سال)	درآمد ناخالص (هزار دلار در هکتار)	قیمت آب (دلار برای هر هزار متر مکعب)
آبیاری گیاهان زراعی رایج				
گیاهان حساس به شوری با ارزش زیاد	کمتر از ۱۰۰۰	۰/۸-۱/۲	٤-۱۲	۵۰۰-۱۰۰۰
گیاهان متحمل به شوری	۱۰۰۰-٤۰۰۰	۰/۸-۱/۰	۱/٦-٦	۱٦۰-٦۰۰
پنبه	٤۰۰۰-٦۰۰۰	۰/۸-۱/۲	۱/٦-۲/۲	۲۰۰-۲۵۰
آبیاری گیاهان شورزی				
علوفه و دانه (آزمایشی)	٤۰۰۰-۸۰۰۰	۰/۹-۱/۲	۱/٦-۲/۵[2]	۱۸۰-۲۰۰
درخت به منظور دفع زهاب‌های شور (آزمایشی)	۷۰۰۰-۱۲۰۰۰	-	-	-
آبزی‌پروری با آب‌های شور				
پرورش میگو آب دریا (آزمایشی)	٤۰۰۰-۳۵۰۰۰	۳-۵	۲۲-۲۷	۵٤٦-۷۳۰
پرورش ماهی درام قرمز (آزمایشی)	٦۰۰۰-۳۵۰۰۰	-	-	-
جلبک (آزمایشی)	۱۰۰۰۰-۵۰۰۰۰	۳-٤	۱/۳-۱/۸[3]	٤۳-٤۵

۱- آب مصرف شده بعلاوه تلفات از سیستم

۲- برآورد براساس ارزش معادل با گیاهان یونجه و سویا

۳- عملکرد جلبک: ۱۵۹ متر مربع در روز و ۳۰ درصد لیپید در طی دوره ۲۰۰ روزه

فعالیت‌های اقتصادی متفاوتی از شورورزی در فصل‌های قبل بیان گردید. وجود بازار مصرف مناسب و تقاضا برای کالا یا فرآورده‌ای خاص، عامل مهمی در انتخاب نوع

فعالیت شورورزی در کشور خواهد بود. با توجه به نیازها و واردات کالاهای مختلف به کشور، به نظر می‌آید که روغن خوراکی، چوب، کاغذ و علوفه از مهمترین کالاهایی هستند که شورورزی می‌تواند در زمینه تولید آنها مؤثر واقع گردد.

آمارهای موجود میزان وابستگی کشور به واردات دانه‌های روغنی را حداقل ۸۲ درصد ارائه می‌دارند. نزدیک به ۱/۸ میلیارد دلار در سال ۱۳۸۶ صرف تأمین روغن خوراکی و کنجاله از منابع وارداتی شده است (۶). تولید دانه‌های روغنی از منابع گیاهان شورزی، بدون آنکه رقیبی برای منابع آب و خاک مناسب برای کشاورزی رایج باشد، می‌تواند کمک مؤثری در تأمین بخشی از نیازهای کشور به این کالا، و اشتغال‌زایی باشد.

چوب و کاغذ نیز از اقلام کشاورزی مهم و وارداتی کشور است. نزدیک به ۱/۵ میلیارد دلار صرف واردات چوب و کاغذ در سال ۱۳۸۵ گردید (۱۷). بنا به نظر کارشناسان، بر اساس سند چشم‌انداز بیست ساله تا افق ۱۴۰۴، توسعه زراعت چوب (جنگل‌زراعی) باید از ۱۵۰ هزار هکتار فعلی به ۵۰۰ هزار هکتار افزایش یابد، تا بخش عمده نیاز چوب کشور را تأمین نماید (۲). شورورزی و جنگل‌زراعی می‌تواند کمک مؤثری در تأمین بخشی از نیازهای کشور به اقلام گفته شده، احیاء زمین‌های بیابانی و شور و ایجاد اشتغال بنماید.

تأمین علوفه مورد نیاز دام‌ها نیز از چالش‌های عمده بخش دامپروری کشور است. تخصیص یکصد میلیارد ریال یارانه برای هزینه‌های تأمین خوراک دام و اصلاح نژاد دام روستایی به وزارت جهاد کشاورزی (۵)، نشان از اهمیت ویژه تأمین علوفه مورد نیاز برای رونق هرچه بیشتر بخش دامپروری و حفظ تولیدات پروتئینی در کشور دارد. در حال حاضر، دامداران از علوفه‌های شورزی نیز برای تعلیف گله‌های دام خود استفاده می‌نمایند. از این رو، بازار مصرف مناسبی برای تولید علوفه و خوراک دام از منابع گیاهان شورزی در کشور موجود است، که این فعالیت شورورزی را می‌تواند مورد توجه جدی قرار دهد.

نشان دادن ظرفیت‌ها و سودمندی اقتصادی شورورزی در عرصه تولیدات گیاهی کشاورزی در زمین‌های شور و بهره‌برداری از آب‌های شور غیرقابل استفاده در کشاورزی رایج است در توسعه این فن‌آوری در کشور اهمیت داشته، و انگیزه لازم برای پذیرش و

اجرای آن توسط کشاورزان را ایجاد خواهد کرد. از آنجا که علوفه، روغن و دانه‌های روغنی و چوب از عمده کالاهای وارداتی کشاورزی کشور است. از این رو، در ادامه برآوردی از سودآوری اقتصادی فعالیت‌های شورورزی در تولید این محصولات ارائه می‌شود.

۶-۴-۱- تولید علوفه

چالش عمده از دیدگاه کارآفرینی و تجارت، تولید گیاهان شورزی نیست، بلکه مشکل اصلی ایجاد بازار مصرف و فروش مناسب است. وجود بازار مناسب و با ثبات برای محصولات دامی (گوشت، لبنیات، پوست و پشم)، و در نتیجه علوفه، تولید علوفه‌های شورزی را توجیه‌پذیر ساخته است. در فصل سوم، مراتع آتریپلکس و گیاهان شورزی دیگر و دامداری در کشور استرالیا تشریح شد. طبق نظر کارشناسان، هزینه استقرار این مراتع در استرالیا باید در حدود ۱۰۰ دلار یا کمتر برای هر هکتار باشد تا حداقل ۳۰ دلار در هکتار سود خالص داشته باشد (۴۳). تذکر داده می‌شود که در کشور استرالیا، وسعت اینگونه مراتع زیاد بوده، و این میزان سود در هکتار می‌تواند در سطح کل مزرعه رقم قابل توجهی گردد. در ضمن، ظرفیت چرای دام در این مراتع ۰/۶-۵/۲ دام در هکتار (گوسفند) در نظر گرفته شده، و در وهله اول تولید پشم (۴/۵-۳/۵ دلار در هر کیلو) و سپس تولید گوشت فعالیت‌های اصلی دامداری می‌باشند. در برخی از مراتع شورزی استرالیا، درآمد خالص به طور معمول، بین ۱۱۵ تا ۱۲۰ دلار در هکتار بوده و در برخی از مراتع شورزی بسیار موفق با سطح تولید پشم زیاد و تراکم بیشتر دام (۸ گوسفند در هکتار)، سود خالص ۲۱۶ دلار در هکتار نیز گزارش شده است (۴۳). درآمد افرادی که به این امر در استرالیا اقدام کرده‌اند، به طور معمول بین ۳۴ الی ۱۱۷ دلار در هکتار متغیر بوده است (۴۳).

گزارش شده است که در ایران، سرمایه‌گذاری کل در ۱۰ سال برای مرتع آتریپلکس، ۲۰۰ دلار در هر هکتار است، در حالی که با مدیریت صحیح، درآمد خالص سالیانه می‌تواند تا سقف ۲۰۰ دلار در هر هکتار نیز برسد (۳۹). در جدول ۶-۶ برآورد اولیه اقتصادی یک مزرعه مورد آبیاری آتریپلکس ۵ ساله، با برداشت ۳ چین علوفه در سال، و

در جدول ۶-۷ موارد مربوط به آتریپلکس دیم ارائه شده است. برآورد اولیه اقتصادی تولید آبی آتریپلکس در شرایط شور با تولید جو و ذرت دانه‌ای در شرایط غیرشور، به عنوان نمونه‌هایی از علوفه‌های رایج، مقایسه شده است (جدول ۶-۶). هدف از این برآورد اولیه، یک ارزیابی ابتدایی اقتصادی از کشت گیاه آتریپلکس در زمین‌های شور بیابانی به عنوان تولید علوفه می‌باشد. بدیهی است که بررسی دقیق اقتصادی آن وابسته به شرایط محلی، قیمت‌های روز و درنظر گرفتن معیارهای تخصصی علم اقتصاد خواهد بود.

جدول ۶-۶- هزینه‌ها و درآمد تولید زراعت جو آبی، ذرت دانه‌ای و آتریپلکس آبی

(۱۰ ریال بر هکتار)

نوع گیاه	آماده‌سازی زمین	کاشت	داشت	برداشت	زمین	هزینه کل	ارزش ناخالص تولید	سود ناخالص	درصد سود
جو آبی[1]	۳۸۰۴۳	۵۵۲۱۶	۹۹۷۶۳	۵۴۲۶۷	۸۵۱۹۳	۳۳۲۴۸۲	۴۸۷۵۹۰	۱۵۵۱۰۸	۴۶/۷
ذرت دانه‌ای[1]	۵۶۰۰۶	۷۱۷۳۰	۲۵۷۱۷۶	۶۲۴۲۷	۱۷۳۶۰۲	۶۲۰۹۴۱	۱۰۱۹۰۶۷	۳۹۸۱۲۶	۶۴/۱
آتریپلکس آبی									
سال ۱	۲۳۳۰۰	۱۰۰۰۰۰	۱۰۵۵۷۵	۱۰۳۲۷۵	۱۵۰۰۰	۳۴۷۱۵۰	۴۰۰۰۰۰	۵۲۸۵۰	
سال ۲	۲۷۸۰	–	۹۶۱۷۵	۱۰۳۲۷۵	۱۵۰۰۰	۲۱۷۲۳۰	۴۰۰۰۰۰	۱۸۲۷۷۰	
سال ۳	۲۷۸۰	–	۹۶۱۷۵	۱۰۳۲۷۵	۱۵۰۰۰	۲۱۷۲۳۰	۴۰۰۰۰۰	۱۸۲۷۷۰	
سال ۴	۲۷۸۰	–	۹۶۱۷۵	۱۰۳۲۷۵	۱۵۰۰۰	۲۱۷۲۳۰	۴۰۰۰۰۰	۱۸۲۷۷۰	
سال ۵	۲۷۸۰	–	۹۶۱۷۵	۱۰۳۲۷۵	۱۵۰۰۰	۲۱۷۲۳۰	۴۰۰۰۰۰	۱۸۲۷۷۰	
جمع کل	**۳۴۴۲۰**	**۱۰۰۰۰۰**	**۴۹۰۲۷۵**	**۵۱۶۳۷۵**	۷۵۰۰۰	**۱۲۱۶۰۷۰**	**۲۰۰۰۰۰۰**	**۷۸۳۹۳۰**	۶۴/۵

۱- مأخذ (۱۴)

برآوردهای اولیه بر اساس روش ارائه شده در نشریه شماره ۸۵/۰۱ «هزینه تولید محصولات کشاورزی سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲» دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات وزرات جهاد

کشاورزی (۱۴) است. همچنین، برای سهولت کار، نرخ تورم و در نتیجه، هزینه‌های تولید هر یک از گیاهان برای سالهای مختلف ثابت فرض شده است. شرح هزینه‌ها و درآمدها به تفصیل در نشریه گفته شده بیان گردیده است. سود ناخالص برابر با ارزش ناخالص تولید منهای هزینه کل بوده و درصد سود برابر با سود ناخالص تقسیم بر هزینه کل، ضرب در ۱۰۰ می‌باشد.

هزینه‌ها و درآمدها برای زراعت جو آبی و ذرت دانه‌ای از نشریه گفته شده استخراج شده است. تخمین هزینه‌های آتریپکس بر مبنای تجربه و دیدگاه کارشناسی مؤلفین و تفاوتهایی که زراعت این گیاه، به خصوص در شرایط شورورزی با گیاه جو آبی دارد، به صورت نسبت‌هایی از هزینه جو (بیشتر یا کمتر از ۱) در مراحل مختلف برای سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ (که هزینه و درآمدهای زراعت‌های جو و ذرت نیز برای آن سال لحاظ شده) در نظر گرفته گردیده است. قیمت هر کیلو علوفه آتریپکس ۵۰ تومان برای سال زراعی ۸۳-۸۲ منظور شده است (برابر ارزش کاه گندم در همان سال). به این ترتیب ارزش سالانه تولید برای هر هکتار زراعت آتریپلکس با متوسط عملکرد سالانه ۸ تن علوفه خشک در هکتار، برابر ۴۰۰ هزار تومان در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ برآورد شده، که به ترتیب برابر ۸۲ و ۴۰ درصد ارزش ناخالص تولید برای هر هکتار زراعت جو آبی و ذرت دانه‌ای می‌باشد. قابل ذکر است که با مدیریت مناسب، عملکرد آتریپلکس آبی به بیش از ۱۵ تن در هکتار نیز می‌تواند افزایش یابد. متوسط سالانه درصد سود گیاه آتریپکس، جو آبی و ذرت دانه‌ای به ترتیب برابر ۶۴/۵، ۴۶/۷ و ۶۴/۱ درصد است (جدول ۶-۶). با توجه به اینکه امکان کشت گیاهان جو و ذرت (به خصوص علوفه‌ای) در یک سال زراعی وجود دارد، درصد سود زراعت برای یک سال زراعی که کشت جو و پس از آن ذرت در زمین کشت شود، ۵۸ درصد است (مجموع زراعت‌های جو و ذرت) که مقداری کمتر از متوسط سالانه درصد سود گیاه آتریپکس (۶۴/۵ درصد) می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۶-۶، درصد سود حاصل از تولید علوفه آتریپلکس آبی در شرایط شورورزی می‌تواند مشابه تولید فاریاب گیاهان جو و ذرت دانه‌ای در شرایط غیرشور و متعارف باشد.

در جدول ۶-۷ هزینه‌ها و درآمدها برای کشت دیم گیاه رایج و استراتژیک در کشور

یعنی جو با گیاه علوفه‌ای شورزی آتریپکس دیم در شرایط شورورزی مورد مقایسه قرار گرفته است. شرح هزینه‌ها و درآمدها، شاخص‌ها و پارامترهایی که در این جدول از آنها استفاده شده به شرح آنچه که در جدول ۶-۶ آمده است، می‌باشد. گزارش شده است که در شرایط بارندگی سالیانه بین ۴۰۰-۲۰۰ میلی‌متر، عملکرد ماده خشک آتریپلکس هالیموس یا نومولاریا در حدود ۴-۲ تن در هکتار می‌باشد (۲۵). ارزش ناخالص تولید سالیانه برای گیاه آتریپکس دیم ثابت در نظر گرفته شده و براساس تولید ۱/۵ تن علوفه خشک برهکتار و قیمت ۵۰۰ ریال برای هر کیلو (مطابق آنچه که برای آتریپکس آبی آمده)، محاسبه گردید. متوسط سالیانه درصد سود برای آتریپکس و جو دیم به ترتیب ۲۶/۳ و ۲۴/۱ می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۶-۷، درصد سود تولید علوفه آتریپلکس دیم در شرایط شورورزی می‌تواند مشابه تولید زراعت جو دیم در شرایط غیرشور و متعارف باشد.

جدول ۶-۷- مقایسه هزینه‌ها و درآمد تولید آتریپلکس دیم با جو دیم

(۱۰ ریال بر هکتار)

گیاه	آماده‌سازی زمین	کاشت	داشت	برداشت	زمین	هزینه کل	ارزش ناخالص تولید	سود ناخالص	درصد سود
جو دیم[1]	۱۱۸۰۹	۲۷۵٦٥	٤٤٤٦	۳۳۸۷۷	۳۷۱٥۹	۱۱٤۸٥٦	۱٤۲٥۳۳	۲۷٦۷۷	**۲٤/۱**
آتریپلکس دیم									
سال ۱	۱۲۰۰۰	٥٥۰۰۰	٤٥۰۰	۳٤۰۰۰	۷٥۰۰	۱۱۳۰۰۰	۷٥۰۰۰	- ۳۸۰۰۰	
سال ۲	-	-	٤٥۰۰	۳٤۰۰۰	۷٥۰۰	٤٦۰۰۰	۷٥۰۰۰	۲۹۰۰۰	
سال ۳	-	-	٤٥۰۰	۳٤۰۰۰	۷٥۰۰	٤٦۰۰۰	۷٥۰۰۰	۲۹۰۰۰	
سال ٤	-	-	٤٥۰۰	۳٤۰۰۰	۷٥۰۰	٤٦۰۰۰	۷٥۰۰۰	۲۹۰۰۰	
سال ٥	-	-	٤٥۰۰	۳٤۰۰۰	۷٥۰۰	٤٦۰۰۰	۷٥۰۰۰	۲۹۰۰۰	
جمع کل	**۱۲۰۰۰**	**٥٥۰۰۰**	**۲۲٥۰۰**	**۱۷۰۰۰۰**	**۳۷٥۰۰**	**۲۹۷۰۰۰**	**۳۷٥۰۰۰**	**۷۸۰۰۰**	**۲٦/۳**

۱- مأخذ (۱۴)

۶-۴-۲- تولید دانه‌های روغنی

نتایج تحقیقات در سطح ملی و جهانی و نیز دانش بومی، بیانگر آن است که گیاهان شورزی توانایی تولید روغن خوراکی را دارا می‌باشند. با توجه به تنوع اقلیمی و غنای ژنتیکی فلور کشور، امکان شناسایی گونه‌های گیاهی با قابلیت مناسب تولید روغن‌های خوراکی و بقا در عرصه‌های شور بسیار امیدوار کننده است. لیکن، در سطح کشور تاکنون مطالعات جامع و اصولی در این زمینه انجام نشده است، و نیاز به اجرای طرح‌های نمونه و مزارع آزمایشی احساس می‌گردد.

همانطور که عنوان شد، شورورزی باید دو اصل تولید اقتصادی و روش‌های زراعی سازگار با محیط زیست را در نظر بگیرد تا بتواند موفق عمل نماید. توسعه تولید گیاه سالیکورنیا به منظور تولید دانه روغنی در کشورهای مکزیک، امارات متحده و به ویژه عربستان سعودی، با صرف هزینه‌های هنگفت موفقیت‌آمیز نبود. این عدم موفقیت، نه از جهت تولید، بلکه از حیث اقتصادی و بازار مصرف محصول بوده است. مکزیک از تولیدکنندگان مهم ذرت در جهان است و نیاز اساسی به واردات روغن ندارد. برای کشورهای امارات متحده عربی و عربستان، با جمعیت کم و درآمد قابل ملاحظه نفتی، به طور کلی از نظر اقتصادی واردات روغن و حتی بسیاری از کالاهای دیگر، نسبت به تولید آنها بیشتر مقرون به صرفه است. بنابراین، روغن گیاه سالیکورنیا در این کشورها نیز بازار مصرف چندانی نداشته و به علاوه هزینه تولید آن بسیار زیاد می‌باشد. در این کشورها، به ویژه عربستان، از سامانه‌های دوار مرکزی[1] برای آبیاری سالیکورنیا استفاده می‌گردد، در حالی که این سامانه‌ها در مقابل شوری بسیار زیاد آب دریا دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند. در بهترین شرایط، عملکرد محصول سالیکورنیا ۲/۵-۲ تن در هکتار می‌باشد. بدیهی است با این میزان عملکرد، چنین سامانه‌های پرهزینه‌ای، حتی برای گیاهان زراعی رایج و پرمصرفی مانند ذرت نیز مقرون به صرفه نیست. در حال حاضر، مزارع سالیکورنیا در کشور عربستان برای تولید و کنسرو نمودن سبزی سالیکورنیا فعال می‌باشند. تحت مدیریت مناسب آبیاری و عملیات زراعی، تولید تجاری سبزی سالیکورنیا بین ۱۵ تا ۲۰ تن در هکتار است. ظرفیت بازار سبزی سالیکورنیا حداقل ۱۰۰۰ تن در سال می‌باشد که موجب شده تولید تجاری این محصول مورد

1- Center pivot

توجه قرار گیرد (۴۶). عمدهٔ بازار مصرف این سبزی در کشورهای اروپایی است. به نظر می‌رسد که عدم موفقیت مزارع تولید تجاری دانه‌های روغنی سالیکورنیا در کشورهای عربی، عدم وجود بازار مناسب مصرف برای روغن سالیکورنیا، و هزینه تولید زیاد در اثر کاربرد روش‌های آبیاری گرانقیمت و نیازمند به خدمات و تعمیرات پرهزینه باشد. در حالی که، با تغییر نگرش به کاربرد محصول (سبزی سالیکورنیا به جای روغن سالیکورنیا)، این فعالیت توجیه اقتصادی یافته است. سبزی سالیکورنیا کالای اساسی در کشور کشور محسوب نمی‌شود، لیکن بازار مصرف پرنیاز روغن در کشور می‌تواند توجیه مناسبی برای توسعه کشت آن و دیگر انواع گیاهان روغنی شورزی باشد.

در شرایط استان فارس، واحد اقتصادی در طرح مشارکتی گز روغنی، باتوجه به شرایط متفاوت عرصه و کاشت دیم یا آبی آن، بین ۲ تا ۵۴ هکتار متغیر می‌باشد. سود خالص حاصل از اجرای این طرح از سال سوم که برداشت محصول آغاز می‌گردد، در واحدهای اقتصادی در یک سال، بسته به شرایط منطقه، خرید بازارپسندی، برای فروش روغن صنعتی حدود ۲۵۰ میلیون ریال، برای فروش روغن محلی حدود ۸۰ میلیون ریال و فروش بذرهای خوراکی حدود ۲۲ میلیون ریال متغیر خواهد بود (۱۱).

برآورد ابتدایی اقتصادی تولید پنج ساله یک گونه شورزی با کاربرد تولید دانه روغنی در مقایسه با تولید دانه‌های روغنی رایج در شرایط غیرشور در جدول ۶-۸ ارائه گردید. در این جدول هزینه‌ها و درآمدها برای کشت آبی سه گیاه روغنی رایج و مهم در کشور شامل کلزا، آفتابگردان، سویای بهاره و سویای تابستانه با گیاه روغنی شورزی *Kosteletzkya virginica* در شرایط شورورزی مورد مقایسه قرار گرفته است. نحوه برآورد اقتصادی مشابه توضیحات ارائه شده در مورد گیاه آتریپلکس است که در بخش قبل بیان گردید. ارزش ناخالص تولید بر اساس ۱/۵ تن دانه روغنی به ارزش ۱۵۰ تومان برای هر کیلوگرم محاسبه گردید. ارزش دانه روغنی به کیفیت روغن نیز وابسته است. در مورد کیفیت روغن گونه‌های شورزی در فصل سوم به تفصیل بحث گردید. متوسط سالیانه سود ناخالص گیاه شورزی در یک دوره ۵ ساله با درصد سود متوسط سه گیاه روغنی مورد نظر، برابر است (جدول ۶-۸). با توجه به این نتایج، درصد سود تولید دانه روغنی شورزی در شرایط شورورزی می‌تواند مشابه تولید دانه‌های روغنی در شرایط تولید غیرشور و متعارف باشد.

جدول ۶-۸- مقایسه هزینه‌ها و درآمد تولید گیاهان روغنی رایج و شورزی (۱۰ ریال بر هکتار).

نوع گیاه	آماده‌سازی زمین	کاشت	داشت	برداشت	زمین	هزینه کل	ارزش ناخالص تولید	سود ناخالص	درصد سود
دانه‌های روغنی رایج (١٤)									
آفتابگردان	٥٣٣٩٤	٥١٠٤٣	٢٢٤١٤٢	٩٨٨١٧	١٣٤٩٠٧	٥٦٢٣٠٣	٩٠٥٣٤٤	٣٤٣٠٤١	**٦١/٠**
سویای بهاره	٥٠٨٤٣	٢٣٥٩٢	٥٠٥٩١	٥٧٣١٨	٢٢٧١٤٠	٤٠٩٤٨٤	٥٦٣٨٢٨	١٥٤٣٤٤	**٣٧/٧**
سویای تابستانه	٥٣٩٨١	٣٩٤٠٩	١٢٣٤٣٣	٨٥٦٣٠	١٧٥٥١٨	٤٧٧٩٧١	٦٤٦٩٢٦	١٦٨٩٥٥	**٣٥/٣**
کلزا	٣٥٠٣٩	٣٦٩٤٢	٩٢٢٩٨	٥٧٢٨٠	١٧١٥٠٣	٣٩٣٠٦٢	٦١٢٧٩٤	٢١٩٧٣٢	**٥٥/٩**
میانگین	٤٨٣١٤	٣٧٧٤٧	١٢٢٦١٦	٧٤٧٦١	١٧٧٢٦٧	٤٦٠٧٠٥	٦٨٢٢٢٣	٢٢١٥١٨	٤٨/٠٨
دانه روغنی شورزی (*Kosteletzkya virginica*)									
سال ١	٢٣٣٠٠	١٠٠٠٠٠	٤٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	١٥٠٠٠	٢٤٨٣٠٠	٢٢٥٠٠٠	- ٢٣٣٠٠	- ٩/٤
سال ٢	٢٧٨٠	-	٤٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	١٥٠٠٠	١٢٧٧٨٠	٢٢٥٠٠٠	٩٧٢٢٠	٧٦/١
سال ٣	٢٧٨٠	-	٤٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	١٥٠٠٠	١٢٧٧٨٠	٢٢٥٠٠٠	٩٧٢٢٠	٧٦/١
سال ٤	٢٧٨٠	-	٤٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	١٥٠٠٠	١٢٧٧٨٠	٢٢٥٠٠٠	٩٧٢٢٠	٧٦/١
سال ٥	٢٧٨٠	-	٤٠٠٠٠	٧٠٠٠٠	١٥٠٠٠	١٢٧٧٨٠	٢٢٥٠٠٠	٩٧٢٢٠	٧٦/١
جمع کل	**٣٤٤٢٠**	**١٠٠٠٠٠**	**٢٠٠٠٠٠**	**٣٥٠٠٠٠**	**٧٥٠٠٠**	**٧٥٩٤٢٠**	**١١٢٥٠٠٠**	**٣٦٥٥٨٠**	**٤٨/١٤**

۶-۴-۳- تولید چوب

در کشور استرالیا، حد آستانه تولید اقتصادی قابل قبول برنامه جنگل‌زراعی در مناطق خشک ۲۵-۲۰ متر مکعب چوب در هکتار در سال است، که در مناطق پرباران و غیرشور، این تولید به ۳۰ متر مکعب در هکتار در سال نیز می‌تواند برسد (۴۳). در این کشور، قیمت چوب الواری و چوب خمیر کاغذ، به ترتیب، در حدود ۵۰ و ۲۰ دلار برای هر تن می‌باشد. از این رو، برای آنکه طرح‌های جنگل‌زراعی در این کشور از نظر اقتصادی سودآور باشند، حداقل حجم تولید برای فروش خمیر کاغذ باید ۲۰۰۰ متر مکعب (یا در حدود ۱۰ هکتار جنگل) و برای چوب حداقل معادل یک محموله بار کامیون باشد (۴۳).

در کشور پاکستان، بازده اقتصادی جنگل‌زراعی به منظور تولید چوب با چندین گونه درختی تحت شرایط شوری زیاد بررسی شده است (۴۵)، که نتایج آن در جدول ۶-۹ ارائه شده است. تحت شرایط بارندگی ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متر در سال، حداقل سود حاصل از کشت یک هکتار درخت گز، بالغ بر ۲۳۰ دلار گزارش شده است (۲۵). در شرایط استان فارس، هر خانوار در طرح مشارکتی تولید گز، با کاشت اصولی ۵ تا ۱۵ هکتار گز شاهی (*Tamarix aphylla*) قادر به تأمین معاش خود با درآمد ناخالص بیش از ۱۳۶ میلیون ریال در سال خواهد بود (۱۱).

جدول ۶-۹- بازده اقتصادی تولید گونه‌های مختلف درختی تحت شرایط خاک شور- سدیمی (EC_e= ۱۴-۴۱ دسی‌زیمنس بر متر و SAR= ۱۲/۶-۱۷/۳) (۴۵)

نام گونه گیاهی	وزن چوب (کیلوگرم به هر درخت)	قیمت هر درخت (۰/۵ روپیه بر کیلوگرم چوب)	درآمد از هر ایکر[1] (۱۰۰۰ اصله درخت)	سود ناخالص سالیانه (روپیه پاکستان[2])
Leucaena leucocephala	۹۰	٤٥/۰۰	٤٥۰۰۰	٦۰۰۰
Terminalia arjuna	۳٥	۱۷/٥۰	۱۷٥۰۰	۲۳۳۳
Pongamia pinnata	۳۸	۱۹/۰۰	۱۹۰۰۰	۲٥۳۳
Parkinsonia aculeata	۲۱	۱۰/٥۰	۱۰٥۰۰	۱٤۰۰
Albizzia lebbeck	۹۹	٤۹/٥۰	٤۹٥۰۰	٦٦۰۰
Acacia nilotica	۱٥۰	۷٥/۰۰	۷٥۰۰۰	۱۰۰۰۰
Eucalyptus camaldulensis[3]	۲۰۱	۱۲۰/۰۰	۱۲۰۰۰۰	۱٦۱۰۷
Ziziphus jujuba	۳۲	۱٦/۰۰	۱٦۰۰۰	۲۱۳۳
Tamarix aphylla	۳٥	۱۷/٥۰	۱۷٥۰۰	۳۱۸۲
Prosopis cineraria	٥۲	۲٦/۰۰	۲٦۰۰۰	۳٤٦۷

۱- هر ایکر به طور تقریبی ۰/۵ هکتار است.

۲- هر روپیه پاکستان معادل ۱۲۲ ریال

۳- ۰/۶ روپیه برای هر کیلوگرم چوب

برآورد اقتصادی تولید آبی درخت شورزی گز در شرایط شور در مقایسه با صنوبر در شرایط غیرشور، که برای تولید چوب از آنها استفاده می‌شود، در جدول ۶-۱۰ ارائه می‌گردد. هزینه و درآمدهای حاصل از صنوبر بر اساس مقادیر ارائه شده توسط مهدوی و همکاران (۲۱) برآورد شده است. با استفاده از اطلاعات طرح *احیاء و مدیریت مشارکتی شوره‌زارها با گونه مقاوم گز شاهی* (طرح مشارکت مردمی در بیابان زدایی، استان فارس) (۱۱) و استفاده از تجربه و دیدگاه کارشناسی مؤلفین در خصوص زراعت گز، هزینه‌ها و درآمدهای گزکاری برای شرایط شورورزی برآورد شده است. هزینه‌ها و درآمدهای هر دو درخت برای سال ۱۳۸۴، با فرض اینکه هزینه‌ها و درآمدهای سالهای مختلف یک دوره در سال صفر (۱۳۸۴) اتفاق بیفتد، ارائه شده است.

در فروش درختان جنگلی، عرف بر این است که درختان ایستاده در محل فروخته می‌شود و برداشت با خریدار می‌باشد. از آنجا که قیمت هر کیلوگرم چوب در محاسبه درآمد براساس این نوع فروش، که عرف کشور هم هست، در نظر گرفته شده است، از این رو، هزینه برداشت برای تولید کننده ناچیز می‌باشد. ارزش ناخالص تولید برابر مجموع درآمدهای اصلی (چوب) و فرعی (کاشت گیاهان علوفه‌ای یا وجینی در سه سال اول و فروش سر شاخه‌ها در سه سال آخر) است که در سالهای مختلف از هر گیاهی بدست می‌آید. تراکم درخت برای صنوبر ۳۳۰۰ درخت در هکتار (۱ متر در ۳ متر) در نظر گرفته شده است. با این تراکم، هر درخت پس از ۷ سال ۳۵۰ کیلوگرم چوب تولید می‌کند. در سال ۱۳۸۴، قیمت هر کیلوگرم چوب صنوبر ۶۰ تومان بوده است. بر این اساس سود ناخالص تولید برای یک هکتار صنوبر در یک دوره ۷ ساله در حدود ۷۰ میلیون تومان خواهد بود (جدول ۶-۱۰)

تراکم کاشت گز در هر هکتار ۱۷۰۰ درخت در نظر گرفته شده است. با این تراکم در شرایط استفاده از آب و خاک شور پس از ۴ سال هر درخت ۱۰۰ کیلوگرم چوب تولید می‌کند. در محاسبات این جدول که برای سال ۱۳۸۴ انجام شده قیمت هر کیلوگرم چوب گز ۵۰ تومان در نظر گرفته شده است. با توجه به آبیاری و محدودیت چرا در زمینهایی که درختان گز در آن کشت شده پس از سال اول (از سال دوم تا چهارم) که گیاه استقرار یافته و رشد اولیه خود را نموده است، حجم علوفه مرتعی و گز به میزانی است که بتوان برای چند ماه چرای دام را در جنگل گز آزاد نمود. حق چرای سالانه

برای هر هکتار در سالهای دوم تا چهارم، ۱۰۰ هزار تومان در نظر گرفته شده است. به این ترتیب، مجموع سود ناخالص تولید برای یک هکتار درخت گز در یک دوره ۴ ساله در حدود ۷/۶ میلیون تومان خواهد بود (جدول ۶-۱۰). نسبت سود به هزینه کل دوره نیز عددی مثبت و برابر ۱۸/۳ برای درخت صنوبر و ۵/۶ برای درخت گز است (جدول ۶-۱۰) که هر دو مورد قابل قبول می‌باشد.

جدول ۶-۱۰- مقایسه هزینه‌ها و درآمد تولید چوب درختان صنوبر و گز

(۱۰ هزار ریال بر هکتار)

سال استقرار گیاه	آماده‌سازی زمین	کاشت	داشت	برداشت	زمین	هزینه کل	ارزش ناخالص تولید	سود ناخالص	هزینه: سود
صنوبر (۲۱)									
سال ۱	۱۸۶	۱۸۶	۱۸۶	–	۲۰۰	۷۵۸	۵۰۰	-۲۵۸	
سال ۲	–	–	۲۲۰	–	۲۰۰	٤۲۰	۵۰۰	۸۰	
سال ۳	–	–	۲۵۰	–	۲۰۰	٤۵۰	۵۰۰	۵۰	
سال ٤	–	–	۳۵۰	–	۲۰۰	۵۵۰	۹۹۰	٤٤۰	
سال ۵	–	–	۳۵۰	–	۲۰۰	۵۵۰	۹۹۰	٤٤۰	
سال ٦	–	–	۳۵۰	–	۲۰۰	۵۵۰	۹۹۰	٤٤۰	
سال ۷	–	–	۳۵۰	–	۲۰۰	۵۵۰	٦۹۳۰۰	٦۸۷۵۰	
مجموع ۷ سال	**۱۸٦**	**۱۸٦**	**۲۰۵٦**	–	**۱٤۰۰**	**۳۸۲۸**	**۷۳۷۷۰**	**٦۹۹٤۲**	**۱ : ۱۸/۳**
گز									
سال ۱	۱٦۰	۱۰۰	۱۵۰	–	۷۰	٤۸۰	–	-٤۸۰	
سال ۲	–	–	۱۵۰	–	۷۰	۲۲۰	۱۰۰	-۱۲۰	
سال ۳	–	–	۱۷۰	–	۷۰	۲٤۰	۱۰۰	-۱٤۰	
سال ٤	–	–	۲۰۰	–	۷۰	۲۷۰	۸٦۰۰	۸۳۳۰	
مجموع ٤ سال	**۱٦۰**	**۱۰۰**	**٦۷۰**	–	۲۸۰	**۱۲۱۰**	**۸۸۰۰**	**۷۵۹۰**	**۱ : ۵/٦**

۶-۵- مشارکت‌های مردمی

برنامه‌های احیای عرصه‌های شور و بیابانی به شکل شورورزی و یا برنامه‌های بیابان‌زدایی و طرح‌های زیست محیطی دیگر، در صورتی که با مشارکت مردم بومی در مناطق بحرانی انجام گیرد، موفقیت آن بیشتر و پایدار خواهد بود. از این رو، اجرای اینگونه طرح‌ها، علاوه بر منافع زیست محیطی و اجتماعی در سطح کلان (ملی)، باید در سطح خرد (محلی) نیز برای مشارکت‌کنندگان منافع اقتصادی کوتاه و بلند مدت داشته باشد. به عنوان مثال در کال شور سبزوار، عرصه‌های بیابانی و بدون پوشش وسیعی با مشارکت مردم و با استفاده از رواناب‌های سطحی و فصلی رودخانه کال شور به زیر کشت آتریپلکس اختصاص یافت (۱۹). در این طرح، عملیات آماده‌سازی زمین، تولید نهال و آبیاری به عهده دولت و کاشت و نگهداری نهال‌ها به عهده مشارکت‌کنندگان بوده و پس از دو سال از زمان کشت نهال، دامداران ذی‌نفع، با توجه به ظرفیت چرا، اقدام به بهره‌برداری از علوفه‌های تولیدی در ماه‌های آذر و دی نمودند. در استان مرکزی نیز طرحی مشابه، با استفاده از آتریپلکس و گیاهان بومی اجرا شده که عرصه‌های کشت شده پس از تعیین ظرفیت چرا، از نیمه آبان ماه به مدت ۴ ماه توسط دامداران ذی‌نفع مورد بهره‌برداری قرار گرفت (۱۹). همچنین، تاغزارهای دست کاشت استان خراسان، به ویژه در شهرستان گناباد، پنج سال پس از غرس نهال‌های تاغ و مراقبت و نگهداری از آنها، پس از تعیین ظرفیت، با صدور پروانه چرای موقت در اختیار بهره‌برداران ذی‌نفع قرار گرفت (۱۹).

حمایت از اجرای طرح‌های شورورزی در مناطق مبتلا به شوری توسط دولت، زمینه لازم برای مشارکت‌های جوامع محلی را فراهم خواهد ساخت. از خط‌مشی‌های اساسی و اولویت‌دار در برنامه چهارم توسعه سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، تقویت و حمایت از حضور و مشارکت همه جانبه مردم و بهره‌برداران برای کنترل، مهار و مدیریت پدیده بیابان‌زایی است. بخش قابل توجهی از عرصه‌های بیابانی، عرصه‌های مبتلا به شوری نیز می‌باشد. از این رو، فعالیت‌های شورورزی کمک مؤثری در پیشبرد اهداف دولت در زمینه مبارزه با بیابان‌زایی خواهد نمود.

نمونه موفق این رویکرد، اجرای طرح‌های مشارکت مردمی بیابان‌زدایی توسط اداره کل

منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس در این استان می‌باشد (۱۱). در اجرای این طرح‌ها، علاوه بر گیاهان خشک‌زی از گونه‌های شورزی مناسب نیز برای احیا و بهره‌برداری اقتصادی از عرصه‌های شور و بیابانی استفاده گردیده است. نظر به اهمیت اقدامات انجام یافته در استان فارس، که به عنوان الگویی قابل توسعه در سطح کشور مطرح می‌باشد، به جزئیات بیشتری از آن پرداخته خواهد شد. این طرح‌ها، با هدف کلی استفاده از قابلیت و استعداد عرصه‌های بیابانی و مراتع تخریب شده برای تولید گیاهان متحمل به خشکی و شوری با بازدهی اقتصادی مناسب و بازارپسند، و با مزیت اشتغال‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک استان مورد نظر بود. جزئیات اهداف این طرح‌ها، که به طور کامل در راستای اهداف شورورزی و کشاورزی پایدار می‌باشند، عبارتند از (۱۱):

۱- ظرفیت‌سازی و اقتصادی نمودن هریک از جلوه‌های بیابانی با ارائه ایده‌هایی متنوع و مناسب با توانمندی‌های هر عرصه،
۲- استفاده از آب‌های کم تا بدون استفاده و خاک‌های فقیر تا شور و قلیا و ورود اینگونه آب و خاک‌ها به چرخه تولید اقتصادی کشور،
۳- توانمندسازی جوامع کم بضاعت محلی حتی در بحرانی‌ترین شرایط عرصه‌های طبیعی، و
۴- استفاده از نیروی کار مشارکت‌های مردمی در احیاء پرهزینه عرصه‌های بیابانی در راستای کاهش تصدی‌گری دولت.

اکثر عرصه‌های شور و بیابانی کشور جزئی از منابع طبیعی بوده و در اختیار دولت می‌باشد. ساکنین این مناطق، همانند مناطق مشابه در جهان، اغلب از اقشار کم درآمد می‌باشند. در سال‌های اخیر، علاوه بر منابع آبی محدود و یا غیرقابل استفاده (شور)، روند افزایشی شور شدن آب چاه‌های کشاورزی نیز فشار بیشتری بر این جوامع تحمیل نموده است، که منجر به افزایش مهاجرت روستاییان به حاشیه شهرها گردیده است. بروز این پدیده در بسیاری از دشت‌های کشور، به ویژه در مناطق خشک و بیابانی، قابل مشاهده است. شورورزی رویکرد مناسبی برای احیای عرصه‌های مخروبه و کسب درآمد مناسب برای این کشاورزان و مرتع‌داران می‌باشد. مساعدت‌های دولت در زمینه فراهم نمودن زمین و دانش فنی لازم برای این افراد، شرایط را برای جذب و مشارکت آنها

فراهم خواهد نمود. خوشبختانه، ماده ۳ قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع کشور این امکان را فراهم نموده تا دولت تحت شرایطی این عرصه‌ها را به مـردم واگـذار نماید. در استان فارس برای توسعه طرح‌های مشارکت مردمی بیابان‌زدایی از این قـانون استفاده شد. طبق این قانون، حق بهره‌برداری با احیاء عرصه در مدتی معین به بهره‌بردار واگذار می‌شود، و بهره‌بردار تا زمان پای‌بندی به تعهد، مطابق مدت مذکور طـرح، مالـک محصول و محافظ عرصه احیا شده خواهد بود (۱۱). البتـه، در صـورت اجـرای مناسـب تعهدات و پروژه‌ها، تمدید قرارداد با بهره‌بردار امکـان‌پـذیر اسـت. در اجـرای طـرح‌هـای مشارکت مردمی بیابان‌زدایی استان فارس، تـا سـال ۱۳۸۶، بـیش از ۹۰ درصـد منـابع تأمین اعتبار از طریق آورده مردم و جـذب تـسهیلات، و کمتـر از ۱۰ درصـد از طریـق هزینه کرد دولت بوده است (۱۱).

تاکنون چهار طرح با مشارکت مردم در عرصه‌هـای بیابـانی و شـور اسـتان فـارس اجـرا گردیـده اسـت: گـز شـاهی (*Tamarix aphylla*)، لگجـی یـا علـف مـار (*Spinosa parviflora*)، گـز روغنـی (*Moringa peregrina* و *M. oleifera*) و وشـاء (*Dorema ammoniacum*). کلیه این گیاهان فرآورده‌هایی اقتصادی بـا بـازار مـصرف داخلـی و یـا خارجی، تولید می‌نمایند. همانطور که مشاهده می‌شود، گز شاهی و گز روغنی از جملـه گیاهان شورزی و متحمل به خشکی می‌باشند. گونه‌های دیگر نیز از گیاهان خشک‌زی و متحمل به خشکی بوده و بـه طـور معمـول شـوری‌هـای متوسـط را بـه خـوبی تحمـل می‌نمایند. نقشه‌های پراکنش رویشگاه‌های این گیاهان در استان تهیه شـده اسـت، کـه براساس آن، نواحی مستعد هر طرح مشخص، و عرصه‌های مورد نیاز به افرادی که دارای طرح‌های مرتع‌داری و یا متقاضیان اجـرای طـرح‌هـای مـشارکت مردمـی بیابـان‌زدایـی هستند، واگذار شده است (۱۱).

استقبال عموم از این طرح‌ها در استان فارس رضایتبخش بوده اسـت. در جـدول ۶-۱۱ وضعیت عمومی و اشتغال‌زایی این طرح‌ها در مدت زمانی کوتاه پس از شروع طرح ارائـه شده است. از سال ۱۳۸۷، طرح‌های جدید احیای عرصه‌های کم پوشش تا بدون پوشش بیابان‌های گرمسیری با گونه استبرق، طرح توسعه کشت گیاهان صبر زرد و کنار هندی در مناطق جنوبی استان نیز در دست اقدام می‌باشد (۱۱).

جدول ۶-۱۱- وضعیت طرح‌های مشارکت مردمی بیابان‌زدایی دراستان فارس (۱۱)

ردیف	سال	سطح طرح‌های مشارکتی (هکتار)				تعداد طرح	اشتغال‌زایی (تعداد خانوار)
		گزکاری	لگجی	گز روغنی	جمع کل		
۱	۸۳	۳۱۰	۰	۰	۳۱۰	٤	۲۳
۲	۸٤	۵۹۸/۷۸	۰	۰	۵۹۸/۷۸	۱٦	۱۵۲
۳	۸۵	۷۱٦/۷۱	۱۵	۰	۷۳۱/۷۱	۲۹	۸٦
٤	۸٦	٤۹٤/۷۸	۸۵/٤٦	۱٦٤	۷٤٤/۲٤	۳۱	٦۹
جمع		**۲۱۲۰/۲۷**	**۱۰۰/٤٦**	**۱٦٤**	**۲۳۸٤/۷۳**	**۸۰**	**۳۳۰**

۶-۶- فهرست منابع

۱- احمدی، ح. ۱۳۸۰. بررسی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی. مجله جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ص ۷۲-۶۶.

۲- اسدی، ف. ۱۳۸۷. زراعت چوب حامی جنگل و صنعت. روزنامه همشهری، ۱۷ اسفند، سال ۱۷، شماره ۴۷۸۵، ص ۱۹.

۳- امینی رنجبر، غ. و ل. سرابیان. ۱۳۸۴. بیابان‌زایی چالشی برخاسته از توسعه ناپایدار. جنگل و مرتع. شماره ۶۶، ص ۲۹-۲۷.

۴- بی‌نام. ۱۳۸۴. مفاهیم و تعاریف. کشاورزی پایدار، شماره بهار و تابستان، ص ۴.

۵- بی‌نام. ۱۳۸۷. جزئیات یارانه نهاده‌ها و عوامل تولید کشاورزی اعلام شد. آفتابگردان، شماره ۱۹ و ۲۰، ص ۱۹-۱۸.

۶- بی‌نام. ۱۳۸۷. وضعیت تولید و توزیع روغن نباتی در سال ۸۶. آفتابگردان، شماره ۱۹ و ۲۰، ص ۴۱-۳۸.

۷- پیمانی‌فرد، ب. ۱۳۷۵. بررسی پاره‌ای از خصوصیات بوم‌زیستی مناطق خشک و نیمه خشک. مجموعه مقالات دومین همایش بیابان‌زایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره ۱۷۵، ص ۳۰۶-۲۹۹.

۸- جعفری، م. ۱۳۸۳. اثرات بوم‌شناختی بوته‌کاری با گونه *Atriplex canescens* بر محیط کشت. جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ص ۵۵-۵۱.

۹- چالاک حقیقی، س.م. ۱۳۷۹. بررسی برخی اثرات کشت آتریپلکس لنتی فورمیس بر ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی در استان فارس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۱۰- حنطه، ع. ۱۳۸۲. بررسی روش‌های کشت آتریپلکس کانسنس در مراتع قشلاق محمدلو کرج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۱- خرد، م.، ع. جواهری و ا. ریاحی. ۱۳۸۷. استفاده از قابلیت و استعداد عرصه‌های بیابانی در تولید گیاهان اقتصادی و بازارپسند با مشارکت فعال مردم. قابل دسترس در پایگاه:

http://fars.frw.org.ir/am/publish/technical/articles_454

۱۲- خلخالی، س.ع. ۱۳۷۵. بررسی تأثیر متقابل میان خصوصیات خاک و صفات گیاهی در دو منطقه کشت آتریپلکس کانسنس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۱۳- درویش، م. ۱۳۸۴. درآمدی بر ضرورت پایش پایداری زیست‌بوم تمهیدی برای کاستن از شتاب فرآیندهای بیابان‌زایی در ایران. جنگل و مرتع. شماره ۶۶، ص ۱۷-۲۶.

۱۴- دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. ۱۳۸۵. هزینه تولید محصولات کشاورزی سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲، جلد دوم – نتایج استان‌ها به تفکیک محصولات عمده. نشریه شماره ۸۵/۰۱، وزارت جهاد کشاورزی.

۱۵- رزاقی، ح. ۱۳۷۸. امنیت غذایی و منابع طبیعی. جنگل و مرتع. شماره ۵۹.

۱۶- رستگاری، س. ج.، ح. عباسعلیان، ف. مجد، ف. خورسندی، ا.ح. اخوتیان، ف. دهقانی، ت. مستطابی و ر. عمیدی. ۱۳۸۲. استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار به کمک تکنیک‌های هسته‌ای. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی،

مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای.

۱۷- سازمان توسعه تجارت ایران. آدرس سایت http://www.tpo.ir

۱۸- سلماسی، جعفر. ۱۳۶۹. گیاه کالار گراس گیاهی برای اصلاح خاک‌های شور. (مترجم). نشریه شماره ۶۹/۱۵ مرکز اسناد و مدارک علمی و تحقیقاتی کشاورزی.

۱۹- شاهسوار، ا. ۱۳۸۳. انواع استفاده بوته‌زارها و جنگل‌های دست کاشت بیابانی. جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ص ۹۶-۹۰.

۲۰- ملکوتی، م.ج.، پ. کشاورز، س. سعادت و ب. خلدبرین. ۱۳۸۲. تغذیه گیاهان در شرایط شور. انتشارات سنا، تهران، ایران.

۲۱- مهدوی، ا.، ز. شاکری و س. بایزیدی. ۱۳۸۶. تعیین اقتصادی‌ترین سن برداشت صنوبر (مطالعه موردی استان کردستان). جنگل و مرتع، شماره ۷۵، ص ۹۱-۸۶.

۲۲- ناصری، ا. ۱۳۷۶. بررسی اثرات متقابل *Atriplex canescens* و محیط (اقلیم و خاک) در استان کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲۳- ناصری، ک. ۱۳۷۸. بررسی برخی اثرات بوشناسی *Atriplex canescens* بر محیط‌های تحت کشت (مطالعه موردی در استان خراسان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۲۴- هادر بادی، غ. بدون تاریخ. خلاصه‌ای از فعالیت‌ها و اهداف پروژه بین‌المللی ترسیب کربن. بروشور دفتر پروژه بین‌المللی ترسیب کربن، اداره کل منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، بیرجند. www.ircsp.net

۲۵- هاشمی‌نیا، م.، ع. کوچکی و ن. قهرمان. ۱۳۷۶. بهره‌برداری از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. (ترجمه و تدوین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.

26- Angrish, R., O.P. Toky and K.S. Datta. 2006. Biological water management: biodrainage. Current Science, 90(7): 897.

27- Benes, S., S.R. Grattan, and P.H Robinson. 2005. Cultivation of halophyte to reduce drainage volumes on the Westside San Joaquin Valley of California. Final report. California State University (CSU), Agricultural Research Initiative (ARL) Grant.

28- Colgan, W., M.C. Bavrek and J. Bolton. 2002. Re-vegetation of an oil/brine spill: Interaction between plants and mycorrhizal fungi. 9th Annual International Petroleum Environmental Conference, 22-25 October 2002, Albuquerque, NM, USA. http://ipec.utulsa.edu/Conf2002/colgan_vavrek_bolton_27.pdf

29- Gevertz, D., A.J. Telang, G. Voordouw and G.E. Jenneman. 2000. Isolation and characterization of strains CVO and FWKO B, two novel nitrate-reducing, sulfide oxidizing bacteria isolated from oil field brine. Appl. Env. Microbiol., 66:2491-2501.

30- Glenn, E., V. Squires, M. Olsen and R. Frye. 1993. Potential for carbon sequestration in drylands. Water, Air and Soil Pollution, 70:341-355.

31- Glenn, E.P., J.J. Brown and J.W. O'Leary. 1998. Irrigating crops with seawater. Scientific American, August:76-81.

32- Harivandi, M.A. 2005. Recycled water irrigation and turfgrass salinity tolerance. International Salinity Forum: Managing Saline Soils and Water, 25-27 April, 2005, Riverside, California.

33- Heuperman, A.F., A.S. Kapoor and H.W. Denecke. 2002. Biodrainage: Principles, experiences and applications. FAO, Rome.

34- Keiffer, C.H. and I.A. Ungar. 2002. Germination and establishment of halophytes on brine-affected soils. J. Applied Ecology. 39(3):402-415.

35- Keiffer, C.H., C.K. Owens and B.C. McCarthy. 1997. Phytoremediation of saline impacted soil. Am. J. Bot., 84:86 (Abstract).

36- Khanzada, A.N., J.D. Morris, R. Ansari, P.G. Slavich and J.J. Collopy. 1998. Groundwater uptake and sustainability of *Acacia* and *Prosopis* plantations in southern Pakistan. J. Ag. Water Management, 36:121-139.

37- Marcum, K.B. 2004. Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sept-1 Oct., 2004, Brisbane, Australia.

38- Miyamoto, S. 1993. Potentially beneficial uses of inland saline waters in the Southwestern USA. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:407-422, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

39- Nejad, A.T. and A. Koocheki. 2000. Economic aspects of fourwing saltbush (*Atriplex cansescens*) in Iran. Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones, 27 Oct. – 2 Nov. 1996, Hammamet, Tunisia.

40- Nicholson, C.A. and B.Z. Fathepure. 2004. Biodegradation of benzene by halophilic and halotolerant bacteria under aerobic conditions. Applied and Environmental Microbiology. 70(2):1222-1225.

41- NSRC. 2006. Production of Halophytes as Forage Crops. Final report of the joint project between National Salinity Research Center (NSRC) and International Center for Biosaline Agriculture (ICBA), NSRC, Yazd, Iran.

42- Oren, A., P. Gurevich, M. Azachi and Y. Henis. 1992. Microbial degradation of pollutants at high salt concentrations. Biodegradation, 3(2-3):387-398.

43- PPK. 2001. Options for the productive use of salinity. National Dryland Salinity Program (www.ndsp.gov.au).

44- Qadir, M. and J.D. Oster. 2004. Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. Science of the Total Environment, 323(1-3):1-19.

45- Qureshi, R.H., S. Nawaz and T. Mahmood. 1993. Performance of selected tree species under saline-sodic field conditions in Pakistan. *In* H. Leith and A. Al Masoom, eds., Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol. 2, Tasks in Vegetation Science, 28:259-269, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

46- Rhoades, J.D. 1999. Use of saline drainage water for irrigation. In R.W. Skaggs and J. van Schilfgaards (Eds.) Agricultural Drainage. SSSA, Madison, WI, pp. 615-657.

47- Riley, J.J., K.M. Fitzsimmons and E.P. Glenn. 1997. Halophyte irrigation: an overlooked strategy for management of membrane filtration concentrate. Desalination, 110(3):197-211.

48- Stenhouse, J. and J.W. Kijne. 2006. Prospects for productive use of saline water in West Asia and North Africa. Research Report no. 11. Available online: www.iwmi.cgiar.org/assessment/files_new/publications/CA%20Research%20Reports/CARR%2011.pdf

49- US Geological Survey. 1997. USGS research on saline waters co-produced with energy resources. US Geological Survey, Fact Sheet FS-003-97.

50- Wichelns, D. 2002. An economic perspective on the potential gains from improvements in irrigation water management. Agric. Water Manage., 52:233-248.

فصل هفتم

راهکارهای اجرایی شورورزی در ایران

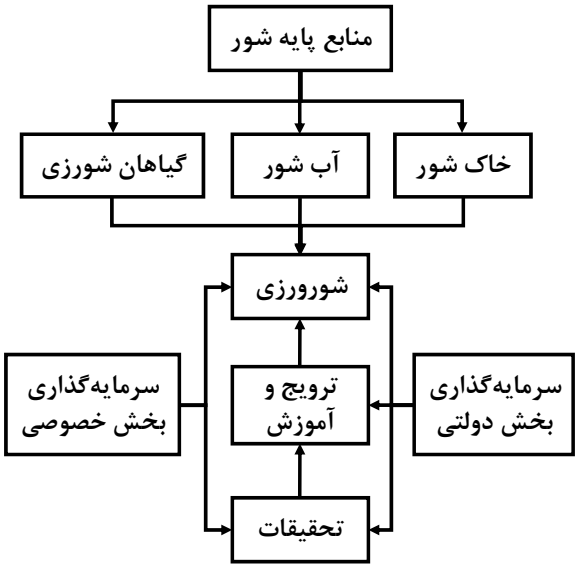
نهاده‌های مصرفی کمتر در شورورزی نسبت به کشاورزی رایج در زمین‌های شور، و نحوهٔ کشت و کار نسبتاً آسان و شناخته شده، می‌تواند پذیرش شورورزی را در بین کشاورزان تسهیل نماید. از طرفی دیگر، ناآشنایی کشاورزان با گونه‌های اقتصادی گیاهان شورزی و وجود بازار رقابتی با محصولات مشابه از عوامل منفی در پذیرش شورورزی در بین کشاورزان می‌باشد. Stenhouse و Kijne (۲۲) عنوان می‌دارند که "حتی اگر فواید اقتصادی شورورزی در سطحی پایین باشد، باز هم فواید اجتماعی و زیست محیطی آن، مانند کاهش سطح ایستابی به نفع مناطق دیگر و ایجاد پوشش گیاهی برای کاهش فرسایش خاک و در نتیجه، کاهش خسارات اقتصادی عدیده حاصل از آن، آنقدر ارزشمند است که اجرای آن را توجیه‌پذیر، منطقی و الزامی نماید".

اتخاذ خطی‌مشی و برنامه‌ریزی مناسب و پرداخت یارانه، نقش اساسی در جلب مشارکت کشاورزان ایفا خواهد نمود. در توصیه‌های *شبکه جهانی فائو برای مدیریت خاک به منظور استفاده پایدار از خاک‌های مبتلا به شوری* برای کشور ایران، عنوان شده است که "کشاورزان باید با فعالیتهای مختلف تولیدی جایگزین در شرایط شور آشنا گردند. برای مثال، از گیاهان متحمل به شوری برای تولید چوب، کاغذ، سوخت، رنگ و علوفه به جای گیاهان زراعی رایج می‌توان استفاده کرد. ایجاد مزارع آموزشی نمونه برای نمایش روش‌های پایدار مدیریت کشاورزی شور (شورورزی) به طور اکید توصیه می‌شود" (۱۸). در ادامه، اختصاص اعتبارات لازم توسط نهادهای ذیربط دولتی برای اجرای روش‌های پایدار مدیریت کشاورزی در شرایط شور توصیه گردیده است (۱۸). عدم مشارکت کشاورزان در توسعه و ارزیابی فن‌آوری‌های موجود برای احیای خاک‌های مبتلا به شوری، روند بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع آب و خاک شور را آهسته و یا حتی مختل خواهد ساخت. کشاورزان بهترین مروجین این نوع فن‌آوری هستند، لیکن، در وهله اول باید از ویژگی‌های این فن‌آوری‌ها و فواید احتمالی که از این روش‌ها نصیب آنها می‌گردد، آگاهی یابند. برخی از ویژگی‌ها و فواید شورورزی عبارتند از:

- بهره‌برداری اقتصادی از منابع آب و خاک شور و نامناسب برای کشاورزی رایج،
- اغلب نظام تولیدی کم نهاده با سرمایه‌گذاری نسبتاً کم توسط کشاورز می‌باشد،
- سهولت نسبی اجرا، و در نتیجه پذیرش آن توسط کشاورزان،
- با ایجاد اشتغال و فرصت‌های کسب معیشت به برنامه‌های محرومیت‌زدایی و مبارزه با فقر کمک می‌نماید،
- مبارزه با پدیده بیابان‌زایی و بهبود کیفیت محیط زیست،
- راهکاری برای حل بسیاری از مسائل زیست محیطی، مانند دفع پسآب‌ها و زهاب‌های کشاورزی و صنعتی، و
- در صورت مدیریت مناسب، سوددهی بسیار مطلوبی برای کشاورز خواهد داشت.

۷-۱- نیازهای توسعه شورورزی در ایران

برای توسعه و اجرای شورورزی در کشور به منظور تعیین برنامه‌های تولید اقتصادی محصولات کشاورزی، نیازهایی وجود دارد (شکل ۷-۱). در ادامه به تشریح این نیازها و وضعیت آنها در کشور پرداخته می‌شود.



شکل ۷-۱- نیازهای اساسی توسعه شورورزی در ایران

۷-۱-۱- منابع پایه شور در ایران

منابع قابل ملاحظه‌ای از آب و خاک با شوری‌های مختلف در کشور وجود دارد که در ادامه وضعیت آنها تشریح خواهد شد. طبق برآوردهای سازمان یونسکو، کشور ایران از نظر وسعت اراضی شور در جهان، پس از کشورهای استرالیا، شوروی سابق، آرژانتین و چین، رتبه پنجم را در جهان دارد (۲۳). وجود دریای خزر، خلیج فارس، دریای عمان و تعداد زیادی از دریاچه‌ها و رودخانه‌های شور، و همچنین منابع آب زیرزمینی شور در کشور، بیانگر آن است که از این نظر کشور کمبودی ندارد. جامعه گیاهان شورزی کشور، به دلیل تنوع اقلیمی مطلوب در کشور، از غنای بسیار زیادی در سطح منطقه و جهان برخوردار است. بنابراین، از نظر فراهمی و موجودیت منابع پایه تولید در شورورزی (آب، خاک و تنوع زیستی) کمبودی در کشور وجود ندارد.

۷-۱-۱-۱- منابع خاک شور ایران

براساس آخرین آمار سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، سطح کل منابع طبیعی ایران شامل جنگل، مرتع و اراضی بیابانی، بیشه‌زار و درختچه‌زار بیش از ۱۳۵/۴ میلیون هکتار (معادل ۸۳/۴۸ درصد از سطح کل کشور) به شرح جدول ۷-۱ می‌باشد (۶). از ۵۳ درصد سطح کل کشور که دارای پوشش مرتعی است، ۸/۱ درصد آن را مراتع متراکم (تاج پوشش بیش از ۵۰ درصد)، ۲۶/۲ درصد آن مراتع نیمه متراکم (تاج پوشش ۲۵ تا ۵۰ درصد) و ۶۵/۷ درصد آن را مراتع کم تراکم (تاج پوشش ۵ تا ۲۵ درصد) تشکیل می‌دهد (۶). بیابان‌های ایران ۲۰/۰۸ درصد از مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد، که مساحت انواع آنها در جدول ۷-۱ نشان داده شده است. با توجه به مندرجات جدول ۷-۱، زمین‌های شور و نمک‌زار سهم قابل توجهی از اراضی بیابانی ایران را تشکیل می‌دهد.

بر اساس اطلاعات استخراج شده از نقشه منابع و استعداد خاک‌های ایران (۲)، مناطق دارای خاک‌های مبتلا به شوری مساحتی بالغ بر ۴۴/۵ میلیون هکتار را در بر می‌گیرند، که اغلب در فلات مرکزی، جلگه خوزستان و دشت‌های جنوبی کشور واقع شده‌اند (۱۰).

پراکنش مکانی مناطق مبتلا به شوری کشور در جدول ۷-۲ نشان داده شده است. در حدود ۲۵/۵ میلیون هکتار از خاک‌های کشور دارای شوری کم تا متوسط (۱۶-۴ دسی‌زیمنس بر متر)، و ۸/۵ میلیون هکتار دارای شوری شدید (۳۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشند (۲۰).

جدول ۷-۱- مساحت زمین‌های بیابانی ایران (۶)

زمین‌های **بیابانی**	**مساحت (هزار هکتار)**	**درصد**
کویر	۵۸۳۹/۹	۱۷/۹
تپه‌های ماسه‌ای	۱۷٦۲/۵	۵/٤
پهنه‌های ماسه‌ای	٦۱۳/۷	۱/۹
دق‌های رسی	٤۳٦/۲	۱/۳
زمین‌های شور و نمک‌زار	٦۵۵۸/۵	۲۰/۲
زمین‌های بدون پوشش و بیرون‌زدگی	۱۷۳٦۸/۹	۵۳/۳
جمع	**۳۲۵۷۹/٦**	٪۱۰۰

جدول ۷-۲- پراکنش مکانی و درصد تخمینی مساحت مناطق مبتلا به شوری نسبت به مساحت کل کشور (۱۰)

نوع زمین‌ها	**مساحت**		**پراکنش مکانی**
	میلیون هکتار	**درصد**	
کوهها و زمین‌های غیرشور	۷۷/۵	٤۷	اراضی کوهستانی و دشتهای میان‌کوهی غیرشور
زمین‌های دارای خاک‌های کمی‌شور	٤/۹	۳	فلات مرکزی، دشتهای ساحلی جنوب و جلگه خوزستان
زمین‌های دارای خاک‌های با شوری زیاد	۱۸/۲	۱۱	
زمین‌های دارای خاک‌های با شوری خیلی زیاد	۲۱/٤	۱۳	فلات مرکزی
اراضی متفرقه (پلایاها، کف‌های نمکی، مردابها، گنبدهای نمکی و تپه‌های شنی)	٤۲/۸	۲٦	
جمع	**۱٦٤/۸**	٪۱۰۰	

۷-۱-۱-۲- منابع آب شور ایران

ذخایر آب‌های سطحی شور کشور در غالب رودخانه و دریاچه‌های داخلی می‌باشد. میرابوالقاسمی (۱۱) گستره طولی رودخانه‌های لب شور (۵-۲ دسی‌زیمنس بر متر) و رودخانه‌های شور (بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر) کشور را در حدود ۹۸۱۰ کیلومتر برآورد کرده است (جدول ۷-۳)، که در مجموع، ۲۰ درصد رودخانه‌های مهم کشور و بیش از ۱۰ درصد از کل طول رودخانه‌های کشور را شامل می‌شود. حوضه‌های آبخیز فلات مرکزی و خلیج فارس و دریای عمان مهمترین حوضه‌های آبخیز از نظر گستره رودخانه‌های لب شور و شور می‌باشند (جدول ۷-۳).

جدول ۷-۳- وضعیت و پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه‌شور در حوضه‌های آبخیز اصلی ایران (۱۱)

نام حوضه اصلی	نام زیرحوضه اصلی	نسبت سطح	تعداد رودخانه	طول رودخانه‌ها (کیلومتر)		
				نیمه‌شور	شور	مجموع
دریای خزر	--	۱۰/۷	۵۷۰	٤۷۵	٤۰۰	۸۷۵
خلیج فارس و دریای عمان	--	۲٦/۲	۹۲۰	۱۵۰۰	۲٤۰۰	۳۹۰۰
دریاچه ارومیه	--	۳/۱	۱۷۵	۵۵	۱۵۰	۲۰۵
فلات مرکزی	دریاچه نمک قم	۵/۷	۱٤۰	۱۲۰۰	۲٦۰۰	۳۸۰۰
	باطلاق گاوخونی	٦/۱	٤۵			
	نی‌ریز و بختگان	۱/۹	٤۰			
	جازموریان	٤/۳	۹۰			
	کویر نمک	۱٤	۳۸۰			
	اردستان یزد	٦/۱۵	٤۰			
	کویر لوت	۱۲/۳	۱۰۵			
شرق کشور	قره قوم	۲/۷	۸۵	۳۷۰	٦٦۰	۱۰۳۰
	هامون	٦/۸	۲۲۵			
جمع		٪۱۰۰	**۲۸۱۵**	**۳٦۰۰**	**٦۲۱۰**	**۹۸۱۰**

طبق برآوردهای شیعتی (۷)، در حدود ۱۱ درصد از کل جریان‌های سطحی کشور (در حدود ۱۰/۷ میلیارد متر مکعب) مربوط به آبدهی رودخانه‌ها با نمک‌های بیش از ۱۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است. میانگین کمیت آب‌های شور جریانات پایین دست رودخانه‌های کشور در حدود ۴/۶۵ میلیارد متر مکعب برآورد شده است (جدول ۷-۵) (۹). با توجه به جدول ۷-۴، این رودخانه‌ها اغلب در نواحی جنوبی و مرکزی کشور جریان دارند.

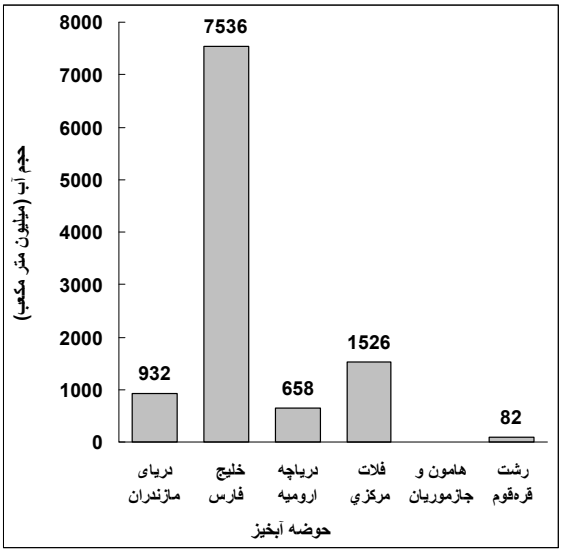
جدول ۷-۴- میانگین جریانات پایین دست رودخانه‌های کشور با میانگین شوری بیشتر از ۳/۵ دسی‌زیمنس بر متر (۹)

نام رودخانه	میانگین مقدار آبدهی (میلیون متر مکعب در سال)
گرگانرود	٤٥٢
زیلبرچای شاخه قورچای	۲۲
آجی چای	٤٥۰
بابا حاجی (شیراز)	٤۲
حله	۹۳٤
موند	۱۱۸۰
زاینده رود	۱۷۸
شور (ادامه خررود)	۱۹
کل (کهورستان)	٤۷٤
جاجرود	۱۳۱
قره چای	۲۲۲
هریرود (سهم ایران)	٥۰٤
جام رود	۱٤
مشکان	۱٤
کال خومیک	۲
کال شور	۱۱
سنگرد	٥
جمع	**٤٦٥٤**

جدول ۷-۵- نتایج تجزیه شیمیایی آب دریا و دریاچه‌های مهم ایران (۸)

نام	باقیمانده خشک (گرم بر لیتر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش (pH)	نسبت جذب سدیم (SAR)
دریاچه ارومیه	۲۱۹	۳۲۵	۸/۲	۱۳۵
خلیج فارس (بوشهر)	٤۱	۵۳	۸/۲	٦۳
دریای مازندران (خرم آباد، ساری)	۱۵	۲۳	۷/۷	۲٤
مهارلو (ده بید)	۲۷٤	۳۵۹	۸/۲	۳۵

همچنین، به غیر از حوضه آبخیز هامون و جازموریان، منابع سطحی آب شور در کلیه حوضه‌های آبخیز دیگر موجود می‌باشد (شکل ۷-۲). با توجه به شکل ۷-۲، حوضه آبخیز خلیج فارس دارای بیشترین حجم منابع سطحی آب‌های شور و لب شور است.



شکل ۷-۲- توزیع منابع آب‌های شور و لب شور به تفکیک حوضه‌های آبخیز (۱۲)

دریاچه‌های متعددی در سطح کشور پراکنده هستند که حجم عظیمی از منابع آب‌های سطحی کشور را تشکیل می‌دهند. در جدول ۷-۵ برخی از خصوصیات شیمیایی آب

دریاها و دریاچه‌های شور و مهم کشور ارائه شده است. مرکز تحقیقات منابع آب (وابسته به وزارت نیرو) مطالعاتی را در خصوص کیفیت شیمیایی دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها به عمل آورده است (۸). شوری و نسبت جذب سدیم (SAR) دریاچه‌های شور کشور در جدول‌های ۷-۶ و ۷-۷ ارائه شده است. با توجه به مطالب گفته شده، منابع فراوانی از آب‌های شور سطحی در نقاط مختلف کشور موجود می‌باشد.

جدول ۷-۶- شوری، EC_w (دسی‌زیمنس بر متر) دریاچه‌های شور کشور در فصل‌های مختلف (۸)

نام دریاچه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
اینچه برون	۱۱/٤	۱۱/۹	٥/٦	٥/۷
آجی گل	۱/۱	۸/۹	۷/۲	۸/۷
پریشان (فامور)	۷/۱	٤/٦	٤/۱	٥/۹
هامون صابری	۳/٥	۲/۸	۲/۲	٤/۲
هامون هیرمند	۲/٦	–	۱/۲	۳/٤

جدول ۷-۷- نسبت جذب سدیم (SAR) دریاچه‌های شور کشور در فصل‌های مختلف (۸)

نام دریاچه	پاییز	زمستان	بهار	تابستان
اینچه برون	۱۷/۲۳	۱٥/٤۲	۸/۰۸	۹/٦۱
آجی گل	۱٥/۹٤	۱۳/۰۱	۱۱/٥۹	۱۳/۰٤
پریشان (فامور)	۹/۷٤	٦/۸	۷/۰۷	۹/۲۲
هامون صابری	۱۳/۸۷	۱۱/٦۹	۱۲/۸۲	۱۸/۲۸
هامون هیرمند	۱۰/۸۷	–	٦/۲۱	۱۳/۳٥

منابع زیرزمینی آب‌های شور در کشور به دو صورت فسیلی، مانند آب‌های بسیار شور و عمیق (۳۰۰-۲۰۰ متر) آبرفت‌های سواحل دریای خزر و گرگان که میزان نمک آنها تا ۳۰۰ گرم بر لیتر می‌رسد، و غیرفسیلی، که به طور عمده در حاشیه کویرهای بسته مرکزی، جنوب و سواحل دریاها و دریاچه‌ها واقع شده‌اند، و شوری آنها بین ۲۰- ۸ گرم بر لیتر است، می‌باشد (۱۲). قابل ذکر است که منابع آب‌های فسیلی تجدیدپذیر

نمی‌باشند. حجم کل آب‌های زیرزمینی کشور با نمک‌های بیش از ۵ گرم بر لیتر در حدود ۱/۷۳ میلیارد متر مکعب برآورد شده است (جدول ۷-۸).

جدول ۷-۸- حجم تقریبی آب‌های زیرزمینی با شوری بیش از ۵ گرم بر لیتر در حوضه‌های آبخیز اصلی کشور (۱۲)

حوضه‌های آبخیز	حجم (میلیون متر مکعب)	درصد از حجم کل	حوضه‌های آبخیز	حجم (میلیون متر مکعب)	درصد از حجم کل
شاپور- دالکی	۱۸۰	۱۰/۴۰	ساحلی خلیج فارس	۴۳	۲/۴۹
دریاچه نمک	۱۱۰	۶/۳۶	ساحلی دریای خزر	۴۰	۲/۳۱
کویر مرکزی	۹۴	۵/۴۳	گرگان و دشت	۴۰	۲/۳۱
کارون	۸۶	۴/۹۷	ابرقو-سیرجان	۳۱	۱/۷۹
کرخه	۸۵	۴/۹۱	ارس	۳۰	۱/۷۳
دریاچه ارومیه	۸۰	۴/۶۲	اترک	۳۰	۱/۷۳
بختگان- مهارلو	۸۰	۴/۶۲	نمکزار خواف	۲۴	۱/۳۹
کویر سیاه کوه	۷۶	۴/۳۹	مرزی غرب	۲۰	۱/۱۶
رود کل	۶۸	۳/۹۳	ریگ زرین	۲۰	۱/۱۶
مند	۶۵	۳/۷۶	دغ سرخ	۱۵	۰/۸۷
میناب- بندر عباس	۶۴/۵	۳/۷۳	کویر درانجیر	۱۳	۰/۷۵
کویر لوت	۶۳	۳/۶۴	هامون هیرمند	۱۳	۰/۷۵
مارون- جراحی	۶۰	۳/۴۷	جازموریان	۱۳	۰/۷۵
دز	۵۷	۳/۲۹	کشف رود-هریرود	۱۳	۰/۷۵
زاینده رود	۵۶	۳/۲۴	بلوچستان جنوبی	۹/۵	۰/۵۵
سفید رود	۵۰	۲/۸۹	مشکیل	۷	۰/۴۰
کال شور بجستان	۴۹	۲/۸۳	طالش	۰	۰
زهره- هندیجان	۴۵	۲/۶۰	مرداب انزلی	۰	۰
حجم کل (میلیون متر مکعب)				**۱۷۳۰**	

حوضه‌های آبریز شاپور-دالکی، دریاچه نمک و کویر مرکزی دارای بیشترین حجم و حوضه‌های آبریز استان گیلان دارای کمترین حجم از منابع آب‌های زیرزمینی شور می‌باشند. همچنین، این جدول نشان می‌دهد که در اکثر مناطق کشور منابع آب‌های شور زیرزمینی موجود است. گسترش منابع آب‌های زیرزمینی با کیفیت نامناسب در جدول ۷-۹ ارائه شده است. به نظر می‌رسد که اکثریت منابع آب‌های شور کشور از نوع کلروره می‌باشند.

جدول ۷-۹- چگونگی گسترش آب‌های زیرزمینی با کیفیت نامناسب در سازندهای هیدروژئولوژی کشور (کیلومتر مربع) (۱۱)

نام حوضه	کلروره	سولفاته کلروره	شور	کلروره تبخیری و پلایا	جمع	درصد
دریای خزر	۱۰۹۸۲	۷۱۷۰	۲۶۱۷	٤۲۱۹	۲٤۹۲٥	۱/٥۳
خلیج فارس	٤٦۰۱۱	٥۸۸۹۸	۲۱٦۲۱	۲۸٦۳۷	۱٥٥۱٦۷	۹/٥۳
دریاچه ارومیه	۱٤٦۰	۱۸۸۳	۱۳۷٤	٦۷٤۱	۱۱٤٥۸	۰/۷
فلات مرکزی	۲۰٦٥۳۱	٤٦٥۲٦	۷٥۲۳۲	۳۷٤٥۱	۳٦۳۰٤۰	۲۲/۳
شرق کشور	۲۳٥٥۹	٥۲٤۳	٤۱۱۹	۱۷۲۸	۳٤٦٤۹	۲/۱۳
قره قوم	۳٤۰۱	۳۲۲۰	٥۸۲	۱۰٤۰	۸۲٤۳	۰/٥
جمع کل	۲۹۱۹٤٤	۱۲۲۸۷۷	۱۰۲۸٤٥	۷۹۸۱٦	٥۹۷٤۸۲	۳٦/۷
درصد از جمع کل	**۱۷/۹۳**	**۷/٥٥**	**٦/۳۲**	**٤/۹**	**۳٦/۷**	--

۷-۱-۱-۳- گیاهان شورزی ایران

زیست‌بوم‌های شور کشور به سه شکل رودخانه‌های شور، تالاب‌های شور و سواحل شور مشاهده می‌شوند (۱). طیف وسیعی از انواع گیاهان شورزی در این زیست‌بوم‌ها رشد و نمو می‌نمایند، که برخی از آنها بومی و مختص کشور ایران هستند. بیشترین گونه‌های گز (Tamarix) جهان، که از گیاهان مهم شورزی در مناطق بیابانی است، در ایران شناخته شده است (۱). دو گونه ایرانی تاغ *H. persicum* و *H. ammodendron* تنها گونه‌های چهار کربنه (C4) درختی شورزی در جهان هستند (۱۶). گونه بومی

سالیکورنیای ایرانی (*Salicorina persica*) در اطراف دریاچه بختگان، دریاچه تشت و تالاب‌های گاوخونی شناسایی و نامگذاری شده است (۱۳). این گونه حیرت‌انگیز در شوری بیش از ۲۰۰ دسی‌زیمنس بر متر یا در حدود ۱۲۰ گرم بر لیتر نمک رشد کرده (۱۵) و به ارتفاع یک متر نیز می‌رسد (۱۴)، و از آن در تعلیف و چرای دام‌ها استفاده می‌شود.

جامعه گیاهان شورزی کشور از جمله غنی‌ترین جمعیت‌های گیاهی شورزی در سطح منطقه و جهان می‌باشد (جدول ۷-۱۰). در فهرست اولیه گیاهان شورزی کشور که در سال ۱۹۹۳ ارائه گردیده (۱)، تنها ۱۶۵ گونه گیاه شناسایی شده بود. برخی دیگر از محققین تعداد گونه‌های شورزی کشور را ۳۵۴ تخمین زده بودند. اسامی فارسی برخی از گیاهان شورزی که در این کتاب از آنها نام برده شده در پیوست ۸ ارائه شده است.

جدول ۷-۱۰- تعداد گونه‌های گیاهی شورزی در کشورهای مختلف حوضه مدیترانه (۱۹)

نام کشور	تعداد گونه‌های شورزی	تعداد کل گونه‌ها	درصد گونه‌های شورزی
ایران	۳٥٤	٦۱۷۰	٥/۷
عراق	۱۳٥	۱۲۰۰	۱۰/٤
اردن	۲٦۰	۲۱۰۰	۱۲/٤
کویت	۸۰	٤٥۰	۲۳/۰
فلسطین	۳۰۰	۲۸۰۰	۱۰/۷
قطر	۷۰	٤۳٥	۱٦/۰
عربستان	۲٥۰	۲۲۰۰	۱۱/٤
سوریه	۲٦۰	۳٤٦۰	۷/٥
امارات متحده عربی	۷۰	٤٥۰	۱٥/٦

تاکنون ۴۱۲ گونه گیاه شورزی در کشور شناسایی شده، که فهرست کامل آن در دست تهیه و تدوین است[1]. بنابراین، جامعه گیاهان شورزی کشور بسیار گسترده‌تر و متنوع‌تر

1- دکتر حسین آخانی، دانشیار گروه گیاه‌شناسی و عضو هیئت علمی دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تماس شخصی

از آنچه که گمان می‌رفت، می‌باشد. Akhani (۱۴) تعداد گونه‌های شورزی شناسایی شده کشور را ۳۶۵ گونه، که متعلق به ۱۵۱ جنس و ۴۴ خانواده هستند، بر شمرده است (جدول ۷-۱۱)، که ۳۰ گونه (۸ درصد) آن بومی است. Chenopodiaceae با ۱۳۹ گونه (۳۸ درصد) و ۳۵ جنس بزرگترین خانواده گیاهان شورزی کشور بوده، و پس از آن خانواده‌های Poaceae با ۳۵ گونه (۹/۶ درصد) و ۱۷ جنس و Tamaricaceae با ۲۹ گونه (۷/۹ درصد) و ۲ جنس در رده‌های بعدی قرار دارند (۱۴). گونه‌های یکساله ۳۶ درصد (۱۳۲ گونه) و گونه‌های چهار کربنه (C4) ۳۲ درصد (۱۱۸ گونه) از جامعه گیاهان شورزی کشور را تشکیل می‌دهند (۱۴).

جدول ۷-۱۱- فهرست خانواده‌های گیاهان شورزی ایران (۱۴)

خانواده	جنس	گونه	خانواده	جنس	گونه
Aizoaceae	۲	۲	Hydrocharitaceae	۳	۳
Amaranthaceae	۲	۲	Iridaceae	۱	۲
Apiaceae	٦	٦	Juncaginaceae	۱	۱
Arecaceae	۱	۱	Juncaceae	۱	۱۰
Asphodelaceae	۱	۱	Malvaceae	۱	۱
Asclepiadaceae	۳	۳	Orobanchaceae	۱	٤
Asparagaceae	۱	۳	Plantaginaceae	۱	۳
Asteraceae	١٤	۲۳	Plumbaginaceae	۲	١٤
Avicenniaceae	۱	۱	Poaceae	۱۷	۳٥
Boraginaceae	٤	۸	Polygonaceae	۱	۲
Brassicaceae	۸	۱۰	Primulaceae	۲	۲
Capparidaceae	۱	۲	Rhizophoraceae	۱	۱
Caryophyllaceae	٥	٦	Ruppiaceae	۱	۱
Chenopodiaceae	۳٥	۱۳۹	Salicaceae	۱	۱
Cistaceae	۱	۱	Salvadoraceae	۱	۲
Convolvulaceae	۲	۳	Santalaceae	۱	۱

ادامه جدول ۷-۱۱-

خانواده	جنس	گونه	خانواده	جنس	گونه
Cynomorinaceae	۱	۱	Solanaceae	۱	۳
Cyperaceae	٤	۷	Tamaricaceae	۲	۲۹
Fabaceae	۷	۹	Thymelaeaceae	۱	۱
Frankeniaceae	۲	۳	Typhaceae	۱	۳
Gentianaceae	۱	۲	Zosteraceae	۱	۱
Geraniaceae	۱	۱	Zygophyllaceae	٦	۱۲
جمع: ٤٤ خانواده، ۱۵۱ جنس و ۳٦۵ گونه					

گیاهان شورزی بخش قابل ملاحظه‌ای از جمعیت گیاهی کشور را، به ویژه در مناطق خشک و بیابانی و همجوار زیست‌بوم‌های آبی شور، تشکیل می‌دهند. از این رو، ساکنین بومی این مناطق همواره از آنها برای تأمین بخشی از نیازهای خود، مانند علوفه، سوخت و مصالح ساختمانی، استفاده می‌کنند. در گذشته، از قلیای گونه‌های آبدار شورزی (مانند Sueda، Seidlitzia و Climacoptera) در ساخت صابون‌های سنتی استفاده می‌شده است (۱۴). در برخی از مناطق کشور، از عصاره یکی از گونه‌های گیاه سالسولا (*Salsola tragus*) برای گندزدایی کشمش استفاده می‌گردد (۱۴). برخی از گونه‌های شورزی، مانند کاکل (*Suaeda aegyptiaca*)، در جنوب کشور مصرف خوراکی (سبزی) دارد. این گیاه شورزی، در اطراف برازجان (استان بوشهر) به عنوان سبزی خوراکی کشت و با آب شور آبیاری می‌شود، و در بازارهای مصرف شهر به فروش می‌رسد (۱۴). این امر از آن نظر حائز اهمیت است که مردم بومی ایران یکی از گیاهان وحشی شورزی را اهلی (زراعی) نموده‌اند (۱۴).

۷-۱-۲- تحقیقات و پژوهش

بسیاری از کشورها، به ویژه در منطقه خاورمیانه و شمال قاره آفریقا، هنوز در مرحله شناسایی گونه‌های شورزی و کاربرد اقتصادی آنها هستند. تحقیقات و پژوهش در

زمینه‌های شناسایی گونه‌های شورزی با کاربرد اقتصادی، به‌نژادی گونه‌های مناسب، روش‌های کاشت، آبیاری، روش‌های داشت و برداشت، فرآوری تولیدات، برآوردهای اقتصادی و ارزیابی‌های زیست محیطی، در کشور مورد نیاز می‌باشد. در این مورد می‌توان از توانمندی‌های مراکز تخصصی و متعدد پژوهشی و دانشگاهی موجود در کشور، برای بومی نمودن شورورزی در کشور بهره جست. *مرکز ملی تحقیقات شوری* در یزد با داشتن امکانات مناسب و اجرای دو طرح بین‌المللی در زمینه تولید گیاهان شورزی، دارای تجربه و تخصص بسیار مطلوب در زمینه بهره‌برداری اقتصادی از محیط‌های شور می‌باشد.

دستیابی به دانش فنی قابل استفاده به وسیله تولیدکنندگان و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرساخت‌های مناسب ترویجی برای انتقال دانش فنی لازم از نیازهای اساسی توسعه شورورزی در کشور است. برای اجرای برنامه‌های توسعه‌ای در زمینه شورورزی، همکاری‌های بین بخش‌ها ضروری است. دولت در ابتدا می‌تواند از نوآوری‌ها در این زمینه حمایت نماید، لیکن، مشارکت مؤسسه‌های پژوهشی و علمی، نهادهای اقتصادی و بخش خصوصی نیز مورد نیاز است. سازمان جنگل‌ها و مراتع، مؤسسه تحقیقات خاک و آب و برخی از مؤسسه‌های تحقیقاتی دیگر کشور، سابقه ۵۰ ساله در زمینه تحقیقات و اجرا در کشور دارند. بسیاری از گونه‌های گیاهی در سطح استان‌ها شناسایی شده‌اند. سازمان شیلات ایران نیز اطلاعات ذیقیمتی در مورد تنوع ژنتیکی آبزیان کشور در آب‌های داخلی و آب‌های بین‌المللی گردآوری کرده است. از طرف دیگر، با سابقه تاریخی چند هزار ساله در زمینه‌های کشاورزی، دارویی و پزشکی، دامپروری، صیادی، آبیاری و اختراعات، کشور از دانش بومی بسیار غنی و گسترده‌ای برخوردار است. کلیه این تجارب، اطلاعات و دانش‌های اندوخته شده، می‌تواند روند اجرای شورورزی را در کشور تسریع نماید. با جمع‌بندی اطلاعات قابل توجه و موجود در کشور در زمینه شناسایی گونه‌ها و کاربرد اقتصادی آنها، می‌توان وارد مرحله پژوهش‌های کاربردی و سپس ایجاد واحدهای تولیدی نمونه و ترویجی و حتی اجرایی، گردید، همانگونه که در استان فارس در این خصوص اقدامات موفقی به انجام رسیده است.

پیامدهای تغییر اقلیم آینده کشور در فصل اول مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به

ماهیت این تغییر در کشور، افزایش میزان شوری منابع آب و خاک کشور بسیار محتمل است. بنابراین، به طور کلی تحقیقات شوری در کشور ابعاد تازه‌ای یافته، و نیازمند بازنگری، اولویت‌بندی و برنامه‌ریزی جامع می‌باشد. در مرحله نخست، بهتر است که پژوهشگران توجه جدی به پیشگیری از شور شدن زمین‌های قابل کشت بنمایند. این امر نیازمند راهکارهای بهبود مدیریت خاک و عملیات آبیاری و توسعه و ترویج آنها در بین تولیدکنندگان می‌باشد. با توجه به کاهش کمیت و کیفیت منابع آب در آینده به علت پدیده تغییر اقلیم و همچنین، تخصیص کمتر آب به بخش کشاورزی، تحقیقات شوری در زمینه اصلاح خاک‌های شور برای تولید گیاهان کشاورزی رایج، بیشتر باید در جهت اصلاح زیستی این نوع خاک‌ها باشد تا آبشویی. در نهایت، زمین‌ها و منابع آب‌های شور که در کشاورزی رایج کاربرد ندارند، باید با توجه به دیدگاه پایداری وارد چرخه تولید و اقتصاد کشاورزی کشور گردند. به عبارت دیگر، تحقیقات، توسعه و ترویج برنامه‌های شورورزی باید از اولویت‌های تحقیقاتی و اجرایی بخش کشاورزی کشور گردد. تحقیقات شورورزی در کشور می‌تواند در زمینه‌های زیر به انجام رسد.

- ایجاد و توسعه بانک اطلاعاتی در مورد گیاهان شورزی کشور: شناسایی، شرایط اکولوژیکی، مناطق گسترش و انواع کاربردهای اقتصادی،
- عملیات مطلوب زراعی و آبیاری: به طور کلی بهبود روش‌های تولید در راستای مبانی و اهداف کشاورزی پایدار (حفظ محیط زیست، سودآوری اقتصادی کوتاه و بلند مدت و بهبود شرایط اجتماعی)،
- روش‌های فرآوری و عملیات پس از برداشت محصولات تولیدی،
- دستیابی به دانش فنی استحصال ترکیبات ارزشمند شیمیایی، بهداشتی و دارویی از گیاهان شورزی خاکزی و آبزی،
- تحقیقات پایه‌ای در مورد ساز و کارهای تحمل به شوری گیاهان شورزی،
- بیوتکنولوژی و انتقال ژن‌های تحمل به شوری از گیاهان شورزی به گیاهان کشاورزی رایج،
- حفاظت از تنوع زیستی با ایجاد بانک‌های ژن و تکثیر گونه‌های اقتصادی نادر،
- تغذیه و سلامت دام‌ها،
- شناسایی و تولید گونه‌های اقتصادی آبزی و بومی نمودن روش‌های تکثیر و

پرورش آنها،

- میکروبیولوژی در شرایط شور،
- استحصال آب شیرین و انواع کانی‌ها از منابع مختلف آب‌های شور،
- تولید انرژی از محیط‌های شور مانند بیوگاز، سوخت زیستی و استخرهای خورشیدی، و
- تلفیق فعالیت‌های مختلف شورورزی به منظور افزایش بهره‌وری از منابع تولید

۷-۱-۳- سرمایه‌گذاری بخش‌های دولتی و خصوصی

در زمینه بهره‌برداری اقتصادی از منابع آب و خاک شور، کشورهای استرالیا، پاکستان، هند و چین بیشترین سرمایه‌گذاری و اقدامات را داشته‌اند. در زمینه خصوصی‌سازی برنامه‌های شورورزی کشورهای استرالیا، آمریکا و هلند بیشترین سرمایه‌گذاری را نموده‌اند. مشارکت سرمایه‌گذاران و تولیدکنندگان نقش کلیدی در توسعه و اجرایی شدن شورورزی در کشور دارد. از آنجا که شورورزی فعالیتی نوین در کشور محسوب می‌گردد، حمایت‌های مالی و معنوی دولت نقشی ویژه در ایجاد انگیزه برای مشارکت‌های کشاورزان و سرمایه‌گذاران بخش خصوصی در این مورد خواهد داشت. بهره‌برداران بخش خصوصی، برای بهبود شرایط اقتصادی فعالیت‌های شورورزی، ملزم به آگاهی از دانش فنی روز و استفاده از آن می‌باشند. از این رو، علاوه بر بخش دولتی که در زمینه زیرساختهای تحقیقاتی و آموزشی سرمایه‌گذاری نموده است، بخش خصوصی نیز باید در این زمینه فعالیت بیشتری را اعمال نموده و در این امر مهم و ملی سرمایه‌گذاری لازم را بنماید.

برای اجرا و توسعه شورورزی در کشور نخست باید اهداف، اولویت‌ها و برنامه‌های کوتاه، میان و بلند مدت آن مشخص شوند. سپس مراکز تحقیقاتی به طور هدفمند برنامه‌ها را پیگیری نمایند، و بخش‌های اجرایی و ترویجی مرتبط، یافته‌ها و دانش فنی ارائه شده را به کشاورزان و بهره‌برداران انتقال دهند. این برنامه در کشور هلند به مرحله عمل رسیده و می‌توان از تجربه آنان استفاده نمود. وزارت کشاورزی، مدیریت منابع طبیعی و شیلات کشور هلند از چند سال قبل امکان‌سنجی بهره‌برداری از منابع آب و خاک شور برای

تولید گیاهان شورزی را به منظور رفع نیازهای کشور و انتقال و فروش دانش فنی به کشورهای دیگر انجام داده است (۲۴). بر اساس این مطالعات، اولویت‌های این کشور در برنامه‌های شورورزی تولید گیاهان شورزی به منظور کاربرد در بخش انرژی، استخراج ترکیبات شیمیایی و تولید آبزیان در محیط‌های آبی شور تعیین شده است (۲۴). متعاقب این مطالعه امکان‌سنجی، *سازمان کشاورزی در محیط‌های شور*[1]، که سازمانی غیرانتفاعی بوده و مقر آن در شهر آمستردام (کشور هلند) می‌باشد، در سال ۲۰۰۵ تشکیل شد. بخش‌های خصوصی و دولتی در این سازمان غیرانتفاعی سرمایه‌گذاری نموده‌اند. این سازمان در حال حاضر چهار پروژه بین‌المللی را در دست اجرا دارد. این پروژه‌ها عبارتند از *پروژه سبزی‌های دریایی* به منظور تولید سبزی سالیکورنیا در کشور مکزیک، *پروژه دلتای کلرادو* در مکزیک به منظور تولید تجاری چوب و ذغال در سطح ۱۰۰۰ هکتار که تا سال ۲۰۱۰ میلادی، سطح زیر کشت به ۲۰۰۰۰ هکتار خواهد رسید، *پروژه اراضی حاشیه‌ای برای تولید انرژی* در کشور هند به منظور ایجاد نیروگاه برق در مناطق روستایی با استفاده از بیوگاز حاصل از زیست توده‌های تولید شده در اراضی حاشیه‌ای شور، و *پروژه جنگل‌زراعی شورزیست* که هدف آن تا پایان سال ۲۰۰۹ میلادی بررسی توانمندی‌های اراضی حاشیه‌ای در سطح جهان برای تولید زیست توده و انرژی تجدیدپذیر می‌باشد (۱۷).

علاوه بر تلاش مسئولین در سطوح ملی و منطقه‌ای برای احیای اراضی و پیشگیری از گسترش بیابان‌زایی و شور شدن زمین‌ها، مشارکت مردمی نیز جهت رفع این مشکلات ضروری است. حداقل مشارکت مردمی این است که عموم مردم، به ویژه ساکنین مناطق روستایی، از مشکلات و موانع توسعه کشاورزی آگاهی داشته و خود را ملزم به رعایت اصول اجتماعی و اخلاقی برای پیشگیری و یا کاهش روند گسترش مشکلات زیست محیطی بدانند. به عبارت دیگر، مسئولیت‌پذیری اجتماعی را در خود تقویت نمایند. نیاز به کسب درآمد و معیشت برای برآوردن نیازهای خانواده از لحاظ غذا، مکان، آموزش و بهداشت امری بدیهی است. از این رو، در صورتی که راهکارهای حل مشکلاتی از قبیل احیای زمین‌های شور و بیابان‌زدایی، با سودآوری اقتصادی برای بهره‌برداران و یا ساکنین مناطق بحران‌زده همراه باشد، به طور یقین، مشارکت‌های مردمی در رفع

1- OASE: Organisation for Agriculture in Saline Environments

مشکلات مؤثرتر و چشمگیرتر خواهد بود. این مهم، باعث کاهش هزینه‌ها و مسئولیت‌های بخش دولتی نیز خواهد شد، زیرا تولیدکننده درک می‌نماید که حفاظت از منابع طبیعی و احیای زمین‌ها از نظر اقتصادی و اجتماعی در کوتاه و بلند مدت، به سود خود و جامعه‌ای که در آن زندگی می‌کند، خواهد بود.

۷-۲- مطالعات امکان‌سنجی شورورزی در ایران

مطالعات امکان‌سنجی استفاده اقتصادی از منابع آب و خاک شور، با تأمین اعتبار از آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، به طور جامع توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای در سه استان گلستان، یزد و خوزستان، طی سالهای ۸۴-۱۳۸۲ در سطح ۹۰۰۰ هکتار (۳۰۰۰ هکتار در هر استان) انجام یافته است (۳، ۴ و ۵). در هر یک از این سه استان، وضعیت اقتصادی، اجتماعی، فعالیت‌های مختلف کشاورزی، کیفیت خاک، منابع آب و پوشش گیاهی به طور کامل مورد مطالعه قرار گرفته است.

مطالعه امکان‌سنجی استان گلستان در سطح ۳۰۰۰ هکتار از مراتع شمال آن استان در نزدیکی مرز کشور ترکمنستان، در شهرستان بندرترکمن انجام گرفت. شوری خاک منطقه مورد مطالعه در عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری بین ۱۲۴-۳۱ دسی‌زیمنس بر متر، عمق سطح ایستابی کمتر از یک متر و شوری آب زیرزمینی بین ۱۴۷-۷۵ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود (۳). تحت این شرایط گیاهان غالب این منطقه گیاهان شورزی بودند، که از غنا و تنوع بسیار قابل توجهی نیز برخوردار بوده‌اند. ۲۸ خانواده، ۷۱ جنس و ۷۹ گونه در این منطقه شناسایی گردید (۳)، که در میان آنها چهار گونه لگومینه یکساله و یک گونه چند ساله نیز مشاهده شد. این مراتع، از مهمترین منابع تأمین علوفه برای دامداران مرتعی منطقه و کسب معیشت آنها است. از گونه‌های درختی و درختچه‌ای نیز برای تأمین سوخت استفاده می‌گردد، که موجب تخریب و تضعیف پوشش گیاهی منطقه شده است. با توجه به شوری زیاد و شرایط ماندابی بودن و نیازهای منطقه (به ویژه اشتغال)، توسعه و تقویت گیاهان شورزی علوفه‌ای و خوش‌خوراک، و جنگل‌زراعی برای تولید چوب و الوار و کاهش سطح ایستابی با استفاده از درختان متحمل به شوری برای منطقه بندر ترکمن توصیه گردید (۳). آبزی‌پروری با استفاده از آب‌های زیرزمینی

بسیار شور را نیز می‌توان به موارد گفته شده اضافه کرد.

مطالعه امکان‌سنجی استان یزد در سطح ۳۰۰۰ هکتار از عرصه‌های طبیعی شهرستان اردکان (شمال دهستان محمدیه در نزدیکی کویر سیاه کوه) انجام گرفت. شوری خاک منطقه مورد مطالعه در عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری بین ۲۲۳-۸۰ دسی‌زیمنس بر متر، عمق سطح ایستابی بین ۲-۱ متر و شوری آب زیرزمینی بین ۱۵-۱۲ دسی‌زیمنس بر متر متغیر بود (۴). به طور کلی، پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه فقیر و اغلب از گیاهان شورزی است. ۲۲ گونه شورزی در این منطقه شناسایی گردید (۴)، که همگی از نظر خوش‌خوراکی در کلاس ۲ و ۳ قرار داشتند. در حال حاضر از گونه‌های گیاهی موجود در منطقه مورد مطالعه برای تعلیف دام، ایجاد بادشکن در اطراف مزارع و تولیدات دارویی و بهداشتی استفاده می‌شود. با توجه به شرایط منطقه، توسعه مراتع شورزی و تلفیق آن با شترداری به صورت واحدهای بسته صنعتی و یا نیمه صنعتی توصیه گردیده است (۴).

مطالعه امکان‌سنجی استان خوزستان در سطح ۳۰۰۰ هکتار از زمین‌های ناحیه سعید سلامات (دهستان ویس در بخش مرکزی شهرستان اهواز) انجام گرفت. فعالیت کشاورزی در این ناحیه منحصر به تولید گندم و جو دیم در مساحتی محدود بوده است. شوری خاک منطقه مورد مطالعه در عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری بین ۱۰۸-۶۵/۱ دسی‌زیمنس بر متر بوده و شرایط ماندابی بودن و بالا بودن سطح ایستابی در منطقه حاکم بوده است (۵). غالب گیاهان بومی منطقه نیز از انواع یکساله و چند ساله شورزی می‌باشند. ۲۰ گونه شورزی در این منطقه شناسایی شد (۵)، که تنها ۱۰ درصد آن از نظر خوش‌خوراکی در کلاس ۲ و بقیه در کلاس ۳ قرار داشتند. چرای مفرط و قطع گونه‌های چوبی به عنوان سوخت، عوامل اصلی افزایش روند تخریب و فقر پوشش گیاهی منطقه بوده است. تقویت و احیای مراتع منطقه به منظور حفظ و توسعه امور دامپروری، برنامه جنگل‌زراعی به منظور تولید چوب و بیوماس (ماده آلی) ارزان قیمت از منابع گیاهان شورزی برای تولید بیوگاز برای این منطقه توصیه شده است (۵).

۷-۳- فعالیت‌های شوروزی در ایران

منابع کافی و قابل دسترس از آب‌های شور نقش محوری در فعالیت‌های شوروزی ایفا

می‌نماید. در جدول ۷-۱۲ فهرستی از فعالیت‌های قابل اجرای شورورزی و مناطقی که در کشور امکان اجرای آنها وجود دارد، ارائه گردیده است. قابل ذکر است که بسیاری از این فعالیت‌ها قابلیت تلفیق با یکدیگر را نیز دارا می‌باشند، که این مورد از لحاظ پایداری و بهره‌وری حائز اهمیت است. زهکشی طبیعی مناسب خاک در زمین‌های انتخابی برای کشت آبی گیاهان شورزی با مصارف مختلف، احتمال موفقیت و پایداری پروژه را افزایش می‌دهد. همچنین، در انتخاب مکان‌های مناسب برای شورورزی و نوع فعالیت شورورزی، تنوع زیستی در منطقه بااهمیت می‌باشد. در مناطقی که دارای جمعیت گیاهان شورزی غنی‌تری هستند، امکان اجرای طرح‌های متنوع شورورزی، و یا تلفیقی از آنها، بیشتر امکان‌پذیر می‌باشد. در انتخاب مکان‌های مناسب در کشور برای شورورزی، این عامل نیز در نظر گرفته شده است.

نوار ساحلی همجوار با دریای خزر، دریای عمان و خلیج فارس از نظر فراوانی منابع آب شور، و نزدیکی به آن توانمندی‌های زیادی برای پروژه‌های شورورزی دارند. استان گلستان، به دلیل وفور بسیار مطلوب گیاهان شورزی از قابلیت‌های زیادی برخوردار است. زهاب‌های شور حاصل از زمین‌های کشاورزی منبع مهمی از آب آبیاری در شورورزی می‌باشند. استان خوزستان در این زمینه، به دلیل وفور حجم زیادی از زهاب‌های مجتمع‌های نیشکر و صنایع جانبی در استان، و همچنین غنای مطلوب جمعیت گیاهان شورزی، از توانایی زیادی برخوردار است. در مناطقی که منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی به میزان کافی و استحصال اقتصادی فراهم باشد، قابلیت اجرای انواع طرح‌های شورورزی، حتی آبزی‌پروری، وجود دارد. برای مثال، ماهی خاویار دریای خزر در استان‌های قم و یزد نیز پرورش داده می‌شود. منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی در اغلب مناطق کشور و در کلیه حوضه‌های آبخیز مشاهده می‌شود. منابع آب‌های شور حاصل از فعالیت‌های صنعتی، مانند صنعت نفت، نیز قابلیت کاربرد در شورورزی را دارند. البته کاربرد این گونه آب‌ها در شورورزی، به دلیل آلودگی‌های نفتی، با احتیاط بیشتری باید صورت پذیرد. به دلیل گستردگی فعالیت‌های نفتی در جنوب استان‌های خوزستان و بوشهر، این استان‌ها به مقادیر معتنابهی از این منبع آب‌های شور دسترسی دارند.

جدول ۷-۱۲- طرح‌های قابل اجرای شورورزی در مناطق مختلف کشور.

فعالیت اقتصادی شورورزی	فرآورده‌ها یا فعالیت‌های جانبی	مناطق مناسب برای اجرا
علوفه	خوراک دام، دامپروری، زنبورداری	اکثر استان‌های فلات مرکزی و ساحلی کشور
دانه‌های روغنی	روغن خوراکی، روغن صنعتی، روغن‌کشی، کنجاله، خوراک دام	اکثر استان‌های فلات مرکزی و ساحلی کشور
جنگل‌زراعی	چوب، خمیر کاغذ، علوفه	اکثر استان‌های فلات مرکزی، استان گلستان و استان‌های ساحلی جنوب کشور
آبزی‌پروری	ماهی آب شور	استان‌های قم، یزد، فارس و به طور کلی مناطقی که مقادیر کافی از آب‌های سطحی یا زیرزمینی شور در آن فراهم باشد.
	میگو (آب شور و شیرین)	استان‌های ساحلی جنوب و شمال کشور و به طور کلی مناطقی که مقادیر کافی از آب‌های سطحی یا زیرزمینی شور در آن فراهم باشد.
	آرتیما، خوراک میگو	استان‌های ساحلی جنوب، فارس، خوزستان، قم، گلستان، ارومیه (مناطقی که آب خیلی شور در آن فراهم باشد).
	علوفه دریایی، جلبک، ترکیبات دارویی، بهداشتی و شیمیایی	استان‌های ساحلی جنوب کشور
آب شیرین و مواد معدنی	آب شیرین، نمک (ترکیبات شیمیایی)، کشت گلخانه‌ای	استان‌های ساحلی جنوب کشور
فضای سبز	گل شاخه‌ای، منظرسازی و زیباسازی فضای پارک‌ها، هتل‌ها و اماکن عمومی در مناطق شور و خشک	اکثر مناطق شور کشور
تولید زیست توده	بیوگاز، کمپوست، پرورش قارچ	اکثر مناطق شور کشور
میکروبیولوژی	کودهای زیستی ویژه برای شرایط شور	اکثر مناطق شور کشور، اعم از عرصه‌های ساحلی و داخلی
جنگل مانگرو	اکوتوریسم، علوفه، میوه، زنبورداری	استان‌های ساحلی جنوب کشور (خوزستان، هرمزگان، بوشهر، بلوچستان)
بهداشتی، دارویی و ترکیبات شیمیایی	درخت مسواک، گیاهان دارویی، فرآورده‌های دارویی، ترکیبات شیمیایی و بهداشتی	اکثر استان‌های فلات مرکزی کشور
کشت و صنعت شورورزی	گردشگری، خوراک دام، کمپوست، آب شیرین‌کن، گلخانه، جنگل‌زراعی، میگو، گیاهان شورزی اقتصادی، بهبود کیفیت محیط زیست ساحلی، فرآوری محصولات دریایی	خلیج گرگان (استان گلستان) و سواحل جنوبی کشور

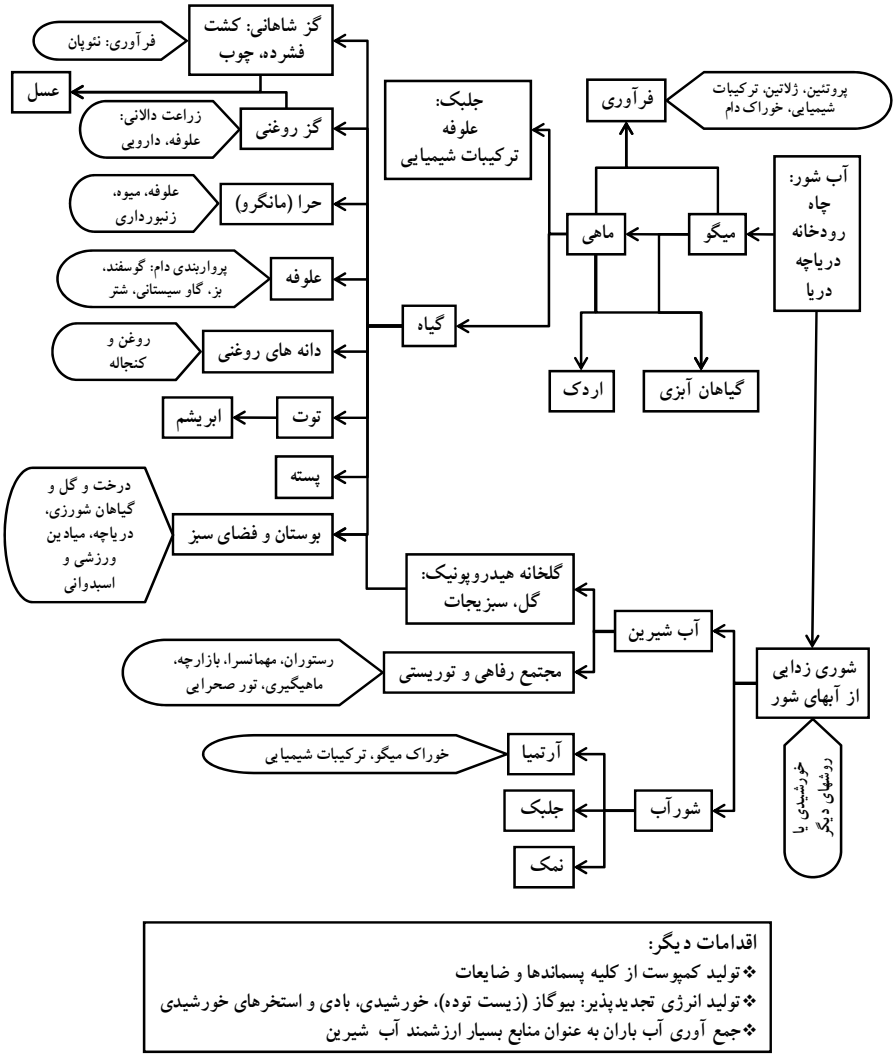
بار دیگر تأکید می‌گردد که اجرای فعالیتهای شورورزی، به ویژه برای تولیدات گیاهان شورزی، در زمین‌های مناسب برای کشاورزی رایج توصیه نمی‌شود. بلکه، در عرصه‌هایی که به دلیل شوری منابع آب و خاک تولید اقتصادی گیاهان زراعی رایج امکان‌پذیر نیست، شورورزی می‌تواند رویکردی مناسب برای بهره‌برداری از این منابع، ایجاد اشتغال و کسب معیشت باشد.

۷-۴- کشت و صنعت شورورزی

بسیاری از فعالیتهای کشاورزی در شورورزی قابلیت تلفیق با یکدیگر را به عنوان یک واحد کشت و صنعت شورورزی دارا می‌باشند. نمونه‌ای از این نوع واحدها در کشور آفریقایی اریتره تحت عنوان *مزارع آب دریای اریتره* در سال ۱۹۹۸ احداث شده است (۲۱). در این واحد، برنامه جنگل‌زراعی با درخت حرا (مانگرو) به منظور بهبود زیستگاه حیات وحش و دیگر خدمات زیست محیطی، پرورش میگو و ماهی تیلاپیا با آب شور دریا و مزرعه سالیکورنیا که به طور مستقیم با آب دریا و پسآب‌های استخرهای آبزی‌پروری آبیاری می‌گردید، احداث شد. این واحد شورورزی که در مقیاس بزرگ و تجاری احداث گردید، پروژه مشترکی بین دولت اریتره و یک شرکت خصوصی امریکایی بود، لیکن در سال ۲۰۰۳، به علت تغییر دولت و مسائل سیاسی در اریتره، تعطیل شد. در هنگام تعطیلی، ۱۰۰ هکتار مزرعه سالیکورنیا و ۱۰۰ هکتار جنگل مانگرو در این پروژه احداث شده بود، و یک متر مکعب میگو در هفته به کشورهای اروپایی و خاورمیانه صادر می‌گردید (۲۱). اولین برداشت میگو در این مزرعه نزدیک به ۱۲ میلیون دلار ارزش داشت (۲۱). همچنین، قبل از تعطیلی، نزدیک به ۸۰۰ نفر در این مزرعه به کار اشتغال داشتند. هر چند این واحد تولیدی شورورزی به علل سیاسی تعطیل گردید، لیکن، طی فعالیت ۴ ساله خود، نشان داد که احداث کشت و صنعت‌های شورورزی تنها یک نظریه آرمانی نیست و این قبیل واحدها می‌توانند در مناطق شور و بیابانی ساحلی از نظر اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی سودمند و اجرایی باشند.

با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و حمایت‌های دولت، از طریق تلفیقی از فعالیت‌های مختلف شورورزی، ایجاد کشت و صنعت‌های شورورزی در نقاط مختلف کشور به نظر امکان‌پذیر می‌رسد. اینگونه مجتمع‌ها می‌توانند علاوه بر خدمات زیست محیطی و تولید فرآورده‌های اقتصادی و مفید، نقش سازنده‌ای را در ایجاد اشتغال و بهبود کیفیت و سطح زندگی ساکنین در سطح منطقه و کشور ایفا نمایند. در شکل ۷-۳ نمونه‌ای از یک طرح نسبتاً جامع کشت و صنعت شورورزی برای مناطق شور کشور ارائه شده است. قابل ذکر است که فعالیت‌های اینگونه واحدها، مختص به آنچه در شکل ۷-۳ عنوان گردیده است، نمی‌باشد، و بسته به حجم سرمایه‌گذاری و خلاقیت کارآفرین‌ها، فعالیت‌های متنوع و سازگار با محیط زیست دیگری را نیز می‌توان در آن لحاظ نمود. برای مثال، فعالیت‌های استحصال ترکیبات شیمیایی باارزش و کنترل کیفیت فرآورده‌های پروتئینی مستلزم احداث آزمایشگاه اختصاصی می‌باشد. از جمله فعالیت‌های این آزمایشگاه می‌تواند تولید کودهای زیستی ویژه برای شرایط شور باشد، که در فصل سوم (بخش ۳-۳-۱) به آن اشاره گردید.

منبع اصلی آب‌های شور در نواحی ساحلی آب دریا می‌باشد. این نواحی محدودیت‌های خاصی از نظر مقدار آب شور ندارند. در صورت اجرای طرح در نواحی ساحلی جنوب کشور، کشت درختان حرا اکیداً توصیه می‌گردد. ایجاد جنگل‌های دست کاشت حرا باعث بهبود تنوع زیستی محل (افزایش تعداد آبزیان، پرندگان و جانداران دیگر) و زیباسازی منطقه خواهد شد و فرصت ارائه خدمات گردشگری را نیز فراهم می‌سازد. همچنین، تولید علوفه، میوه و پرورش زنبور عسل از جمله فعالیت‌های اقتصادی جانبی آن می‌باشند. بخش گسترده‌ای از نوار ساحلی بین بندرعباس و چابهار برای انجام چنین پروژه‌هایی مستعد می‌باشند. همچنین، ناحیه خلیج گرگان در استان گلستان قابلیت ایجاد مجتمع‌های بزرگ و چند منظوره کشت و صنعت شورورزی را دارا می‌باشد. در هر دو مکان، طبیعت زیبا و موقعیت جغرافیایی محل، امکان تلفیق گردشگری و یا اکوتوریسم را با شورورزی فراهم می‌سازد.



شکل ۷-۳- شمای طرح جامع یک واحد کشت و صنعت شورورزی برای مناطق شور ایران

منبع اصلی آب‌های شور در مناطق داخلی، آب‌های سطحی و زیرزمینی شور می‌باشد. از جمله اولین اقدامات امکان‌سنجی در مناطق داخلی، تعیین و برآورد مقدار و کیفیت منابع آب‌های شور است. کمیت منابع آب‌های شور در این مناطق از مهمترین عوامل

تعیین کننده پایداری فعالیت مجتمع‌های کشت و صنعت خواهد بود. برای مثال، پرورش میگو در مناطق داخلی و با استفاده از آب چاه امکان‌پذیر است لیکن، این فعالیت در مقیاس تجاری نیازمند مقادیر قابل توجهی از آب می‌باشد. از این رو، بهره‌بردار باید در وهله اول برآورد مناسبی از حجم آب‌های زیرزمینی موجود در محل داشته باشد، و با در نظر گرفتن حجم آب مورد نیاز سالیانه، امکان اجرای فیزیکی و پایداری این فعالیت را بررسی دقیق بنماید. این مسئله در مورد فعالیت‌های دیگر شورورزی نیز الزامی است.

کمیت و کیفیت منبع آب‌های مورد نظر و شوری خاک محل بر انتخاب و اجرای فیزیکی فعالیت‌های مذکور در شکل ۷-۳ اثرگذار می‌باشند. این امکان نیز وجود دارد که در طی گذشت زمان، خاک بخش‌هایی از مزرعه به میزانی اصلاح گردد که بتوان محصولات کشاورزی رایج را نیز در آنها تولید نمود. در هر صورت، پس از تصمیم‌گیری در مورد نوع فعالیت‌ها و قبل از اجرای طرح‌ها، برآورد دقیق اقتصادی در هر یک از زمینه‌ها مخاطرات اقتصادی احتمالی را به طور قابل توجهی کاهش خواهد داد.

واحد کشت و صنعت شورورزی که در شکل ۷-۳ ارائه شده است، مثال بارزی از فن‌آوری سبز و سازگار با محیط زیست است. در این واحد، به حفظ و بهبود کیفیت محیط زیست توجه شده، و برای تأمین انرژی مورد نیاز از منابع انرژی تجدیدپذیر (خورشید، بیوگاز) استفاده می‌گردد. پسماندها و ضایعات حاصل از فعالیت‌های گردشگری و مجتمع‌های صنعتی و کشاورزی، به مصرف مواد اولیه برای تولید گاز متان (بیوگاز) رسیده، یا به صورت کمپوست در فضای سبز و مزارع مورد مصرف قرار می‌گیرد، و یا به صورت خوراک دام (ضایعات حاصل از فرآوری محصولات دریایی) به بازار عرضه می‌گردد. از این رو، بهره‌برداری از منابع پایه (خاک و آب) در حد ظرفیت اکولوژیکی زیست‌بوم بوده، و ضایعات و پسماندهای آن به عنوان منابع ارزشمند تولید انرژی یا مواد کودی محسوب شده و باعث آلودگی محیط زیست نمی‌گردد. با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و غیرفسیلی، انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز در سطح حداقل خواهد بود. به عبارت دیگر، ترسیب کربن خالص در این پروژه به احتمال زیاد مثبت می‌باشد، که البته نیازمند بررسی‌های کارشناسی دقیق‌تر می‌باشد.

فعالیت‌های مختلف مجتمع کشت و صنعت‌های شورورزی همگی الزاماً در یک زمان آغاز نمی‌شود، و می‌توان بر اساس شرایط موجود از فعالیتی که صرفه اقتصادی بیشتری دارد، شروع نمود. برای مثال، می‌توان از آبزی‌پروری و تولید علوفه یا چوب، و یا از شوری‌زدایی آب‌های شور و گلخانه هیدروپونیک گل‌های زینتی فعالیت مجتمع را آغاز کرد. در صورت عدم توجه، پساب‌های استخرهای پرورش آبزیان، به ویژه در مناطق داخلی، به یک معضل زیست محیطی تبدیل خواهد شد. از این رو، توصیه اکید می‌گردد که فعالیت آبزی‌پروری به طور حتم با تولید علوفه یا چوب تلفیق گردد (به منظور دفع پساب‌ها در محل). همچنین، کارآفرینان و مدیران این مجتمع‌ها باید در جریان توسعه فن‌آوری‌های نوین در ارتباط با هر یک از فعالیت‌های مجتمع شورورزی قرار داشته باشند، تا کارآیی فنی و اقتصادی و بهره‌وری واحدهای تولیدی را بهبود بخشند. برای مثال می‌توان به کاهش مصرف آب، کاربرد گونه‌های جدید شورزی، عملیات مدیریت زراعی، فن‌آوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر، نیازهای بازار مصرف و به حداقل رساندن ضایعات و پسماندها اشاره کرد.

۷-۵- اجرای شورورزی در ایران

اینکه شورورزی در ایران مورد توجه قرار گیرد، بستگی به نیازهای اساسی کشور به اقلام و کالاهای کشاورزی، موارد اقتصادی، کمبود منابع آب شیرین و میزان اختصاص آب به بخش کشاورزی خواهد داشت. توانمندی‌های زیادی در کشور برای توسعه شورورزی وجود دارد. منابع فراوان آب‌های شور با محدوده شوری‌های مختلف، تنوع ژنتیکی گیاهی و جانوری غنی، عرصه‌های گسترده بیابانی و شور، توان اقتصادی قدرتمند برای سرمایه‌گذاری در این بخش، وجود متخصصین و کارشناسان مجرب در زمینه‌های مختلف کشاورزی و مؤسسه‌ها و نهادهای تحقیقاتی مجهز برای پژوهش و ارائه راهکارها برای رفع مشکلات و چالش‌ها، اجرای شورورزی را در ایران امکان‌پذیر می‌سازد. از طرفی نیاز به ایجاد اشتغال، مبارزه با بیابان‌زایی، افزایش بهره‌وری از منابع آب، مصرف آب‌های با کیفیت مناسب برای رفع نیازهای اساسی جمعیت کشور (شهری و صنعت) و پایداری بخش کشاورزی در کشور، توجه به شورورزی را ضروری و توجیه‌پذیر می‌سازد.

مهمترین چالش اجرای برنامه‌های شورورزی در کشور لـزوم افـزایش آگـاهی و متقاعـد ساختن متولیان امر و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی در مورد توانمندی‌هـای فیزیکـی، اقتصادی و اجتماعی این استراتژی نوین است. البته فعالیت‌هـایی پراکنـده در کـشور در این زمینه مشاهده می‌شود (مانند تولید ماهی خاویار در آب‌های شور در استان‌های قـم و یزد، و یا پرورش میگو در سواحل جنـوبی کـشور). در ایـن مجموعـه توانمنـدی‌هـای مختلف محیط‌های شور و نقـش مهمـی کـه ایـن منـابع مـی‌تواننـد در توسـعه و تنـوع فعالیت‌های اقتصادی و تولیدی در کشور داشته باشند، به طور اختصار تشریح شد. ایجاد و تحرک اینگونه فعالیت‌ها بی‌شک مستلزم حمایت‌های جدی مادی و معنوی دولت برای ایجاد مزارع آزمایشی و نمونه، جلب مشارکت‌های مردمی و سرمایه‌گذاری توسط بخـش خصوصی و یا کارآفرینان است.

کشورهای مناطق خشک و نیمه خشک، مانند ایران، باید این نظام‌ها را جدی گرفته و از توانایی‌های اقتصادی و اجتماعی آنها بهره‌برداری نمایند. در ایران کـه لـزوم حفاظـت از خاک، گسترش پوشش گیاهی، نیاز به ارتقاء بهره‌وری از منـابع آب، ایجـاد فرصـت‌هـای شغلی و تقویت پایداری کشاورزی در منـاطق خـشک و بیابـانی آن بـه شـدت احـساس می‌شود، با وجود منابع کافی از آب‌ها و خاک‌های شور، تنوع گیـاهی قابـل ملاحظـه در سطح جهانی و امکانات تحقیقاتی و اعتباری مناسب، تلاش در جهت بـومی و اقتـصادی نمودن تولید گیاهان شورزی مناسب، یک ضرورت است. کشور ایران از هر جهت (فنـی، اقتصادی و اجتمـاعی) قابلیـت بـومی کـردن و صـادرات ایـن نـوع فـن‌آوری‌هـا را دارد (فن‌آوری‌های شورورزی و کشاورزی آب دریا). بدیهی است که نمی‌توان انتظار داشت که کشورهای توسعه یافته، تحقیقات در زمینه‌هـای مختلـف شـورورزی را کامـل کننـد تـا انگیزه اجرای آن در کشور ایجاد شود. با توجه به وفور منابع آب و خاک شور، غنا و تنوع ژنتیکی مطلوب گیاهان شورزی و زیرساخت‌های مناسب تحقیقاتی در کشور، در صـورت سرمایه‌گذاری مناسب، شورورزی از جمله زمینه‌هایی است که کشور می‌توانـد در سـطح جهانی در آن مطرح باشد.

در ایران، مهمترین برنامه‌های شورورزی به احتمال زیاد تولید علوفه، دانه‌هـای روغنـی، جنگل‌زراعی و آبزی‌پروری می‌باشد. با وجود توانمندی‌ها و فرصت‌های بهره‌وری اقتصادی از این منابع، افراد با تجربه و متخصص به سهولت می‌توانند اولویت‌های شـورورزی را در نواحی مختلف کشور تعیین نمایند. شناسایی گونه‌های گیاهی اقتصادی و تولید آنها، بـا

همه مشکلات و اهمیتی که دارد، آسان‌ترین اقدام توسعه‌ای شورورزی در کشور است. سودآوری اقتصادی، چه در سطح خرد و چه در سطح کلان، عامل تعیین‌کننده اصلی موفقیت، توسعه و استمرار شورورزی خواهد بود. همانطور که در فصل‌های قبل تشریح گردید، شورورزی دارای سودآوری اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم می‌باشد. ایجاد اشتغال، خدمات زیست محیطی، بهبود کیفیت و سطح زندگی در مناطق محروم و افزایش بهره‌وری از منابع آب از جمله دست‌آوردهای اقتصادی-اجتماعی آن برای دولت در سطح کلان (ملی) است. طبق این برآوردها و بر اساس نتایج مطالعات امکان‌سنجی شورورزی در ایران (۳، ۴ و ۵)، با توجه به نیاز اساسی کشور به برخی از کالاها (به ویژه علوفه، دانه‌های روغنی و چوب)، شورورزی در این زمینه‌ها می‌تواند سودآوری اقتصادی و زیست محیطی قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. آبزی‌پروری، به ویژه پرورش ماهی، میگو و آرتمیا نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. از این رو، شورورزی به عنوان راهکاری کاربردی، اقتصادی و پایدار می‌تواند مکمل کشاورزی رایج در ارتقاء امنیت غذایی کشور باشد.

۷-۶- فهرست منابع

۱- آخانی، ح. ۱۳۸۶. گنج‌های کشف ناشده. دانش، ۱۶ اسفند، ص. ۱۰.

۲- بنایی، م.ح. ۱۳۸۰ نقشه منابع و استعداد خاکهای ایران (شش برگ). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۳- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ الف. مطالعات امکان‌سنجی جهت گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان گلستان). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۴- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ ب. مطالعات امکان‌سنجی جهت گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان یزد). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۵- رستگاری، س.ج.، ف. خورسندی، س.ع.م. چراغی، م. فرهنگی ثابت، ن. پیرولی، ح. عباسعلیان و م. رحیمی. ۱۳۸۴ ج. مطالعات امکان‌سنجی جهت گسترش نتایج پروژه استفاده از آب و خاک شور در کشاورزی پایدار و تدوین پروژه ملی (استان خوزستان). مرکز تحقیقات کشاورزی و پزشکی هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی.

۶- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری. ۱۳۸۵. منابع طبیعی ایران. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع ایران. سال سوم، شماره یازدهم، صفحات ۷۰-۶۶.

۷- شیعتی، ک. ۱۳۷۴. چگونگی رفتار و مدیریت مخازن شور و لب شور در ایران. مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، اصفهان، ص ۷۳-۶۱.

۸- عابدی، م.ج.، س. نی‌ریزی، ن. ابراهیمی بیرنگ، م. ماهرانی، ه. خالدی، ن. مهردادی و ع.م. چراغی. ۱۳۸۱. استفاده از آب‌های شور در کشاورزی پایدار. شماره انتشار ۶۹، گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ایران.

۹- قدرت‌نما، ق. ۱۳۷۷. منابع، مصارف و نیازهای آبی در ایران: حال و آینده. آب و توسعه، شماره ۱۸ و ۱۹.

۱۰- مؤمنی، ع. ۱۳۸۴. وسعت و پراکنش جغرافیایی خاک‌های مسئله‌دار. در *خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری*. ص ۲۱۲-۲۰۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۱۱- میرابوالقاسمی، ه. ۱۳۷۸. بحران آب و لزوم توجه به رودخانه‌های شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور. کارگاه آموزشی مدیریت استفاده از آب‌های شور، ص. ۷۶-۵۹.

۱۲- نی‌ریزی، س. ۱۳۷۸. مدیریت کاربرد آب‌های شور و لب شور در کشاورزی پایدار. کارگاه آموزشی مدیریت استفاده از آب‌های شور، ص. ۱۶-۱.

13- Akhani, H. 2003. *Salicornia persica* AKHANI (Chenopodiaceae), a remarkable new species from Central Iran. Linzer Biol. Beitr., 35/1:607-612.

14- Akhani, H. 2006. Biodiversity of halophytic Sabkha ecosystems in Iran. *In* M. A. Khan et al. (Eds.), Sabkha Ecosystems. Volume II: West and Central Asia, p. 71-88, Springer Publishing, Netherlands.

پیوست ۱

حدود تحمل به شوری برخی از گیاهان شورزی

۱- تحمل به شوری برخی از گونه‌های گیاهی متحمل به شوری و شورزی

جدول ۱- حدود شوری محیط ریشه برخی از گیاهان شورزی متحمل به شوری که با ۵۰ درصد افت عملکرد مواجه می‌شوند، مرکز تحقیقات نیاب، پاکستان*

نام گیاه	EC_e (dS/m)	نام گیاه	EC_e (dS/m)	نام گیاه	EC_e (dS/m)
درخت		*Casuarinas obesa*	۲۹/۲	علف	
Acacia acuminate	۲۷/۷	*Eucalyptus camaldulensis*	۱۲/۰	*Cynodon dactylon*	۱۳/۲-۲۱/۰
Acacia adsurgens	٤/۳	*Eucalyptus microtheca*	۲۷/۹	*Desmostachya bipinnata*	۹/۰
Acacia ampliceps	۳۵/۷	*Eucalyptus striaticalyx*	۲٦/۲	*Dicanthium annulatum*	۱۰/۰
Acacia aneura	۹/۵	*Leucaena leucocephala*	۱۲/٤	*Echinochloa colonum*	۱۱/۲
Acacia bivenosa	۱۳/۷	*Prosopis chilensis*	۲۹/٤	*Echinochloa crusgalli*	۱۵/۹
Acacia calcicola	۱۹/۹	*Prosopis cineraria*	۲٤/٤	*Leptochloa fusca*	۱٤/٦-۲۲/۰
Acacia cambagei	۲۷/۷	*Prosopis juliflora*	۳۵/۳	*Lolium multiflorum*	۱۱/۲
Acacia coriacea	۱۸/۲	*Prosopis tamarogo*	۲۲/۷	*Panicum antidotale*	۱٦/۰
Acacia cunnighamii	۹/٤	بوته - درختچه		*Panicum maximum*	۸/۵-۹/۰
Acacia holosericea	۹/۰	*Atriplex amnicola*	۳۳/۰	*Polypogon monspeliensis*	۱۳/۷
Acacia kempeana	۱۱/۰	*Atriplex crassifolia*	۲۲/۵	*Sporobolus arabicus*	۲۱/۷

ادامه جدول ۱-

نام گیاه	EC_e (dS/m)	نام گیاه	EC_e (dS/m)	نام گیاه	EC_e (dS/m)
سبزی		۲۳/۰	*Atriplex lentiformis*	۲۷/۹	*Acacia nilotica*
Aster tripolium	۳۱/۷	۳۸/۰	*Atriplex nummularia*	۲٤/٥	*Acacia salicina*
Brassica carineta	۱۲/٥	۲۲/٥	*Atriplex undulate*	۱٥/۷	*Acacia saligna*
Brassica compestris	۹/۸	۱۲/٥	*Hasawi rushad*	۳۸/۷	*Acacia sclerosperma*
Brassica juncea	۸/٤-۱۲/٤	۳۸/۰	*Kochia indica*	۱۳/۷	*Acacia subtessarogna*
Brassica napus	۱۹/٥	۱٦/۷	*Lotus carniculatus*	۱/۷	*Acacia validinervia*
Eruea sativa	۹/٥	۱۳/۰	*Sesbania aculeate*	۲۸/۳	*Acacia victoriae*
Lactuca sativa	۹/۹	۲۱/٤	*Sesbania Formosa*	۱٦/۸	*Cassia nemophila*
Medicago falcate	۱۳/٤	۱۲/۰	*Sesbania rostrata*	۱٥/۸	*Cassia strutti*
Spinacea oleracea	۱٤/۸	٤۸/۰	*Suaeda fruticosa*	۲٤/٤	*Casuarinas glauca*

* Akhter, J., S. Ahmed and K.A. Malik. 2002. Use of brackish water for agriculture: growth of salt tolerat plants and their effects on soil properties. Science Vision, 7:230-241.

۲- برخی از گیاهان مناسب برای دامپروری در شورورزی

جدول ۲- تحمل به شوری برخی از گونه‌های گیاهی مناسب برای دامپروری در شورورزی* [۱]

نام گیاه	نوع حیات[۲]	تحمل به شوری[۳] (دسی‌زیمنس بر متر)	نوع گیاه	توضیحات
تحمل به شوری متوسط (۲۵-۵ دسی‌زیمنس بر متر)				
Acacia saligna	P	۸-۱۶	لگوم درختچه‌ای	سریع‌الرشد با باززایی خوب پس از چرا، به علت دارا بودن تانن، مصرف اختیاری ماده خشک اغلب پایین است. خطر علف هرز شدن
Lotus tenuis	P	۵-۱۲	لگوم	تغییرات درون گونه‌ای
Lotus corniculatus	P	۵-۱۲	لگوم	میزان تانن بالا ممکن است تجزیه پروتئین در شکمبه را کاهش داده و مصرف اختیاری را محدود سازد.
Medicago polymorpha	A	۱۳	لگوم	نهفتگی زیاد بذر، ارزش غذایی خوب و غیرمتحمل به شرایط ماندابی
Medicago sativa	P	۲-۱۷	لگوم	غیرمتحمل به شرایط ماندابی
Melilotus alba	A/B	۱۰	لگوم	تولید بسیار بالا در شوری‌ها و شرایط ماندابی متوسط، دارای کومارین است که ممکن است به سمیت منجر شود.
Melilotus indicus	A/B	۱۰-۱۳	لگوم	
Trifolium alexandrium	A	۲-۶	لگوم	تولید بسیار زیاد در شوری‌های متوسط
Trifolium ambiguun	P	۶-۸	لگوم	به کندی مستقر می‌شود و غیرمتحمل به شرایط ماندابی
Trifolium fragiferum	P	۶-۱۵	لگوم	تولید کم علوفه
Trifolium michelianum	A	۹	لگوم	بسیار متحمل به شرایط ماندابی، ولی تحمل به شوری پایین در مرحله استقرار، نهفتگی کم بذر

ادامه جدول ۲-

نام گیاه	نوع حیات[۲]	تحمل به شوری[۳] (دسی‌زیمنس بر متر)	نوع گیاه	توضیحات
Trifolium resupinatum	A	۸–۱۳	لگوم	بسیار متحمل به شرایط ماندابی
Trifolium squamosum	A	۱۳	لگوم	تولید کم علوفه
Trifolium tomentosum	A	۱۲–۱۳	لگوم	متحمل به شرایط ماندابی، تولید کم تا متوسط علوفه و نهفتگی زیاد بذر
Enteropgon acicularis	P	۱۸	علف	تولید کم علوفه
Eragrostis curvulo	P	۱۳–۱۸	علف	تولید خوب زیست توده، ولی خوشخوراکی و ارزش غذایی می‌تواند پایین باشد. خطر علف هرز شدن
Festuca arundinacea	P	۱۰–۱۲	علف	کیفیت خوب علوفه با تحمل به شرایط ماندابی متوسط
Hordeum vulgare	A	۱۰	غله	گیاه زراعی جو
Leptochloa fusca	P	۱۰	علف	تولید خوب و متحمل به شرایط ماندابی و قلیایی
Leymus triticoides	P	۱۰–۱۳	علف	ریزوم‌زا، تولید بالای زیست توده، کیفیت قابل قبول علوفه، جذب بالای سلنیوم
Leymus angustus	P	۱۸	علف	ممکن است شرایط گرم و خشک را تحمل نکند.
Lolium perenne	P	۱۳–۱۸	علف	ارزش غذایی خوب
Lolium multiflorum	B	۵	علف	ارزش غذایی خوب
Paspalum vaginatum	P	۱۵–۲۵	علف	مقدار کمی بذر تولید می‌کند، از این رو، ازدیاد از طریق ریشه‌چه‌ها مورد نیاز است. تحمل بالا به شرایط ماندابی و خاک‌های با شرایط فیزیکی ضعیف

ادامه جدول ۲-

نام گیاه	نوع حیات[۲]	تحمل به شوری[۳] (دسی‌زیمنس بر متر)	نوع گیاه	توضیحات
Hordeum marinum	A	۱۵-۲۵	علف	تحمل خوب به شرایط ماندابی، تولید زیست توده پایین و ارزش غذایی علوفه خشک پایین
Pennisetum clandestinum	P	۲۱/۵	علف	ریزوم‌زا، ارزش غذایی خوب، و در برخی مناطق علف هرز محسوب می‌شود.
Puccinellia ciliate	P	۲۰	علف	تحمل متوسط به شرایط ماندابی، خاک‌های قلیایی را ترجیح می‌دهد.
Sporobolus airoides	P	۱۰-۱۲	علف	تولید بالای زیست توده ولی کیفیت پایین علوفه
Thinopyrum ponticum	P	۱۳-۲۵	علف	ارزش غذایی کم در صورت مدیریت نامناسب، ولی ارزش غذایی زیاد نیز گزارش شده است. شرایط طولانی مدت ماندابی را تحمل نمی‌کند.
Chenopodium album	A	۹	بوته‌ای	دارای اکسالیت بوده و اغلب به عنوان یک علف هرز مهاجم محسوب می‌شود.
تحمل به شوری زیاد (بیش از ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر)				
Acacia ampliceps	P	۱۷-۶۵	لگوم درختچه‌ای	درختی کوچک برای علوفه و تولید سوخت
Hedysarum carnosum	B/P	۳۰	لگوم	محیط‌های خشک و شور را تحمل می‌کند.
Melilotus segetalis	A	۲۶	لگوم	تحمل متوسط به شرایط ماندابی
Distichlis spicata	P	۳۱	علف	تحمل بالا به شوری و شرایط ماندابی، ریزوم‌زا

ادامه جدول ۲-

نام گیاه	نوع حیات[۲]	تحمل به شوری[۳] (دسی‌زیمنس بر متر)	نوع گیاه	توضیحات
Sporobolus virginicus	P	۲۵-۳۰	علف	تحمل بالا به شوری و شرایط ماندابی، و به ندرت بذر تولید می‌کند.
Chloris gayana	P	۲۵	علف	تولید خوب زیست توده، ولی ارزش غذایی می‌تواند کم باشد. مدیریت چرا برای بهبود تولید آن بسیار مهم است.
Cynodon dactylon	P	۸-۲۵	علف	ریزوم‌زا، ارزش غذایی نسبتاً خوب، و استقرار آن ممکن است دشوار باشد.
Pascopyrum smithii	P	۲۵	علف	متحمل به خشکی، کارآیی مصرف آب بالا، تولید پایین
Allenrolfea occidentalis	P	بیش از ۵۰	درختچه	خشبی بوده و زیاد خوشخوراک نیست.
Atriplex amnicola	P	٤۰	درختچه	حساس به سرما، متحمل به شرایط ماندابی، و خوشخوراک با باززایی خوب پس از چرا
Atriplex halimus	P	۳۰-٦۰	درختچه	قابلیت هضم نسبتاً بالا (*in vivo*)
Atriplex nummularia	P	۲۵-۵۰	درختچه	متحمل به خشکی، غیرمتحمل به شرایط ماندابی. خوشخوراکی متغیر، استقرار دشوار از طریق بذر
Atriplex semibaccata	P	۲۵	درختچه	عمر کوتاه و ممکن است دارای اکسالیت باشد.
Atriplex undulata	P	۲۵-۵۰	درختچه	خوشخوراک، غیرمتحمل به چرای مفرط، استقرار آسان از طریق بذر
Atriplex lentiformis	P	---	درختچه	سریع‌الرشد نسبت به گونه‌های دیگر آتریپلکس، تحمل متوسط نسبت به شوری، خشکی و گرما

ادامه جدول ۲-

نام گیاه	نوع حیات[۲]	تحمل به شوری[۳] (دسی‌زیمنس بر متر)	نوع گیاه	توضیحات
Kochia scoporia	A	---	بوته‌ای	انرژی متابولیک کم و دارای آلکالوئید و اکسالیت
Halosarcia spp.	P	٤٨	درختچه	کند رشد و بسیار متحمل به شوری و شرایط ماندابی است. تجمع زیاد نمک
Maireana brevifolia	P	٣٣	درختچه	دارای نیترات و اکسالیت، ولی برای گوسفند خوشخوراک است. غیرمتحمل به شرایط ماندابی، و استقرار آسان از طریق بذر
Salicornia bigelovii	A	بیش از ٤٥	درختچه	تولید زیاد زیست توده تحت شرایط آبیاری با آب دریا، میزان پروتئین بالا، منبع غنی اسید لینولئیک، کاربرد دانه روغنی
Suaeda spp.	P	٥٠	درختچه	گونه‌های باتلاقی، بسیار خوشخوراک

* Masters, D.G., S.E. Benes and H.C. Norman. 2007. Biosaline agriculture for forage and livestock production. Agriculture Ecosystems and Environment 119:234-248.

۱- گیاهان مندرج در این فهرست ممکن است در برخی کشورها یا برخی نواحی جزو علفهای هرز اعلام شده باشند. از این رو، از این گیاهان تنها پس از دریافت مجوز از مراجع قانونی باید استفاده شود.

۲- A = یکساله، B = دو ساله و P = چند ساله

۳- شوری‌هایی که در آن گیاهان بدون کاهش شدید در تولید ماده خشک رشد کرده‌اند. نتایج از منابع مختلف جمع‌آوری شده است، و شامل حد تحمل‌های گزارش شده به شوری آب (ECw) و خاک (ECe) می‌باشد.

پیوست ۲

ترکیب شیمیایی و قابلیت هضم برخی از علوفه‌های شورزی ایران

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی چهار گونه علوفه شورزی بیابان‌های مرکزی ایران*

پارامترهای اندازه‌گیری شده		علوفه شورزی								میانگین خطای استاندارد
		کوچیا		آتریپلکس		سودا		گامانتوس		
وزن خشک	(گرم بر کیلوگرم)	۳۳۸	c	۳۷۵	b	۳۱۰	c	۵۵۰	a	۱٤/٦
پروتئین خام	(گرم بر کیلوگرم)	۱۱۷	a	٦۲	c	۷۵	b	٦۸	bc	٦/۱
چربی خام	(گرم بر کیلوگرم)	۱۲/۵	b	۹/۲	b	۲٤/۱	a	۱۳/۳	b	۲/۳
خاکستر	(گرم بر کیلوگرم)	۱۱۷	d	۱٦۹	c	۳۲٦	b	٤۱٤	a	۱۰/٤
NDFom[1]	(گرم بر کیلوگرم)	٤۲۷	b	۵۳۰	a	۲۸۷	c	۳۰۳	c	۱۲/۹
ADFom[2]	(گرم بر کیلوگرم)	۳۱۳	b	٤۲۷	a	۲۲۳	c	۸۳	d	۹/۱
نیتروژن غیرپروتئینی	(گرم بر کیلوگرم)	٤/۸	b	۲/۲	c	۳/٤	c	۵/۷	a	۱/۱
Ca	(گرم بر کیلوگرم)	۹/۵	b	٦/۸	b	۱٤/٤	a	۱٦/٦	a	۲/۰
P	(گرم بر کیلوگرم)	۱/٤	ab	۱/٦	a	۰/۸	c	۱	bc	۰/۲
Na	(گرم بر کیلوگرم)	۱۷/۷	d	٤۱/۱	c	٦۸/۳	b	۱۲۱	a	۵/۱
Cl	(گرم بر کیلوگرم)	۲۳/۷	a	۲٦/۷	a	۲۹/۳	a	۲۸	a	۳/۵
K	(گرم بر کیلوگرم)	۹/۰	b	۱۵/۳	a	۱۳/۷	a	۷/۹	b	۱/۳
Mg	(گرم بر کیلوگرم)	۱/٤	a	۱/۳	a	۱/۷	a	۱/۱	a	۰/۳
Fe	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۱۷	a	۳۳۳	a	۵۷/۷	b	۳۳۳	a	۱۲/٤
Cu	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۰/۱	c	۳٦	c	۷۹/٦	a	٦٤/۳	b	٤/۱
Se	(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵/٤	c	٦/۷	c	۲۲/۳	b	٤٤/٦	a	۲/۹

* Riasi, A., M. Danesh Mesgaran, M.D. Stern and M.J. Ruiz Moreno. 2008. Chemical composition, *in situ* ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants *Kochia scoparia*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda arcuata* and *Gamanthus gamacarpus*. Animal Feed Science and Technology, 141:209-219.

۱- الیاف نامحلول در شوینده خنثی

۲- الیاف نامحلول در شوینده اسیدی

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی و قابلیت هضم سه گونه علوفه شورزی مناطق باتلاقی استان مازندران*

پارامترهای اندازه‌گیری شده		*Paspalum distichum*		*Sparganium erectum*		*Aeloropus litoralis*		میانگین خطای استاندارد
وزن خشک	(درصد)	۱٤/۲٤	b	۱۳/۲٤	c	۱۵/٤٦	a	۰/۳۲
پروتئین خام	(درصد از وزن خشک)	۸/۰۰	a	٦/۵۷	b	۸/۱٦	a	۰/٤۲
الیاف خام	(درصد از وزن خشک)	۳۹/۲۵	a	٤۰/۰٦	a	۳۷/۲٤	b	۰/٦۵
الیاف نامحلول در شوینده اسیدی	(درصد از وزن خشک)	۳۸/۵۲	b	۲۵/۲۳	c	٤۳/۰٦	a	۰/۹۳
الیاف نامحلول در شوینده خنثی	(درصد از وزن خشک)	۷۰/۲۷	b	۷۲/۲٤	a	٦٦/۸۲	c	۰/٦۷
کاربوهیدرات غیرالیافی	(درصد از وزن خشک)	۱۱/۲۹		۱۲/۹٦		۱۲/۸۸		۰/٦۸
خاکستر	(درصد از وزن خشک)	۸/۲۳	ab	۷/۲۵	b	۹/۷٤	a	۰/۵٦
عصاره اتر	(درصد از وزن خشک)	۲/۳۱		۲/۳۲		۲/٤۰		۰/۵٦
قابلیت هضم ٤۸ ساعته NDF	(درصد از NDF)	۰/٦۵	a	۰/٦۳	b	۰/٦٦	a	۰/۰۸
NDFD	(درصد از NDF)	٤۵/٦۸		٤۵/۵۱		٤٤/۱۰		۰/۹۵
NDFDp	22.7+0.664×NDFD	۵۳/۰۳		۵۲/۹۲		۵۱/۹۸		۰/۷۵
NDFn	NDF × 0.93	٦۵/۳۵	b	٦۷/۱۸	a	٦۲/۱٤	c	۰/۸٦
TDN		٤۵/۳۲		٤٦/۸۵		٤۵/۰۸		۰/۹۸
DDM		۸۹/۲۰		۸۹/۱۰		۸۹/۲٤		۰/٦٦
DMI		۱/۷۱		۱/٦٦		۱/۷۹		۰/۲۲
RFV		۱۱۸/۰۸	b	۱۱٤/۷۳	c	۱۲٤/۲۳	a	۱/۲۱
RFQ		۱٤۳/۲٦	a	۱۱٦/۳۲	c	۱۳٦/۲۷	b	۱/۰٦

* Heydari, G. A. Teimouri Yasari and H. Zali. 2006. Inspection of three plant species as an animal forage source in Mazandaran wetland. Pakistan Journal of Nutrition, 5(4):382-386.

پیوست ۳

دام و آب شور

جدول ۱- میانگین نیاز آبی دام‌های مختلف*

نوع دام	مصرف روزانه هر رأس (لیتر)
گوسفند	
بره از شیر گرفته شده (Weaner)	٤-٢
بالغ خشک	
مرتعی	٦-٢
آتریپلکس	١٢-٤
میش با بره	١٠-٤
گاو و گوساله	
گاوهای شیرده	
مرتعی	١٠٠- ٤٠
آتریپلکس	١٤٠- ٧٠
گوساله	٥٠- ٢٥
گاو خشک (٤٠٠ کیلوگرم)	٨٠- ٣٥
اسب	٥٠- ٤٠

* Markwick, G. 2007. Water requirements for sheep and cattle. PRIMEFACT 326, NSW-DPI, Australia.

جدول ۲- تأثیر آب شرب شور (دسی‌زیمنس بر متر) بر انواع مختلف دام‌ها

نوع دام	بدون اثرات نامطلوب جانبی	حیوان ممکن است در ابتدا نسبت به خوردن آب بی میلی نشان دهد، یا ممکن است کمی اسهال شود، ولیکن، حیوان بدون کاهش تولید، عادت خواهد کرد.	کاهش تولید و تنزل وضعیت و سلامتی حیوان انتظار می‌رود. حیوان ممکن است این سطح شوری را برای مدت محدودی تحمل کند، به شرطی که به تدریج آب در دسترس او قرار گیرد.
طیور	۰ -۳/۱	۳/۱ -٤/۷	٤/۷ -٦/۳
گاو گوشتی	۰ -٦/۳	٦/۳ -۷/۸	۷/۸ -۱۵/٦
گاو شیری	۰ -۳/۹	۳/۹ -٦/۳	٦/۳ -۱۰/۹
گوسفند	۰ -۷/۸	۷/۸ -۱۵/٦	۱۵/٦ -۲۰/۳
اسب	۰ -٦/۳	٦/۳ -۹/٤	۹/٤ -۱۰/۹

* Curran G. 2007. Water for livestock: interpreting water quality tests. PRIMEFACT 533, NSW-DPI, Australia.

پیوست ۴

کیفیت روغن شش گونه گیاه شورزی در کشور پاکستان

Weber, D.J., R. Ansari, B. Gul and M.A. Khan. 2007. Potential of halophytes as source of edible oil. J. Arid Environment, 68:315-321.

جدول ۱- درصد اسیدهای اشباع و غیراشباع در روغن شش گونه گیاه شورزی.

اسیدهای چرب	*Arthrocnemum macrostachyum*	*Halaxylon stocksii*	*Suaeda fruticosa*	*Alhagi maurorum*	*Cressa cretica*	*Halopyrum mucronatum*
اشباع						
$C_{12:0}$	۰/۲۳ ± ۰/۰۱	۰/۳۸ ± ۰/۰۶	۰/۱۵ ± ۰/۰۳	۰/۱۱ ± ۰/۰۳	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
$C_{14:0}$	۰/۷۱ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
$C_{15:0}$	۰/۵۲ ± ۰/۱۲	۰/۲۱ ± ۰/۰۱	۰/۱۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۳ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۲۲ ± ۰/۰۹
$C_{16:0}$	۲۶/۹۳ ± ۰/۰۱	۲۱/۷۹ ± ۰/۵۸	۱۷/۰۴ ± ۰/۶۹	۲۹/۳۸ ± ۰/۱۰	۲۵/۷۵ ± ۰/۸	۲۴/۲۰ ± ۱/۰۰
$C_{18:0}$	۳/۱۷ ± ۰/۰۹	۳/۹۴ ± ۰/۲۶	۴/۶۱ ± ۰/۰۱	۱۱/۰۱ ± ۰/۰۸	۸/۲۶ ± ۰/۱۶	۳/۲۷ ± ۰/۱۸
$C_{19:0}$	۰/۶۲ ± ۰/۰۸	۰/۹۳ ± ۰/۱۰	۱/۰۸ ± ۰/۱۳	۰/۱۶ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
$C_{20:0}$	۰/۹۳ ± ۰/۰۲	۱/۵۶ ± ۰/۰۸	۱/۰۹ ± ۰/۰۷	۱/۵۷ ± ۰/۰۶	۱/۱۹ ± ۰/۰۳	۰/۹۳ ± ۰/۱۵
$C_{21:0}$	۰/۱۵ ± ۰/۰۰	۰/۱۷ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۲۱ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
$C_{22:0}$	۱/۰۰ ± ۰/۰۱	۰/۸۷ ± ۰/۰۶	۰/۸۳ ± ۰/۰۳	۱/۲۴ ± ۰/۰۳	۰/۲۸ ± ۰/۰۱	۱/۱۱ ± ۰/۱۴
$C_{23:0}$	۰/۲۲ ± ۰/۰۳	۰/۱۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۴ ± ۰/۰۰	۰/۲۵ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
$C_{24:0}$	۰/۶۳ ± ۰/۰۱	۰/۷۷ ± ۰/۱۰	۰/۸۵ ± ۰/۲۳	۰/۶۴ ± ۰/۰۱	۰/۲۸ ± ۰/۰۵	۰/۴۳ ± ۰/۰۹
$C_{26:0}$	۰/۴۲ ± ۰/۰۳	۰/۱۱ ± ۰/۰۲	۰/۲۵ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰
جمع	۳۵/۵۳	۳۰/۸۹	۲۵/۷۵	٤٤/٦٩	۳۵/۷٦	۳۰/۱٦
غیراشباع						
$C_{16:1}$ (9-Hexadecenoic acid)	۰/۵۹ ± ۰/۰۱	۰/۴٦ ± ۰/۰۲	۰/۵٦ ± ۰/۰۵	۰/۲۳ ± ۰/۰۱	۰/۱۲ ± ۰/۰۱	۰/۳۵ ± ۰/۰٤
$C_{16:1}$ (7-Hexadecenoic acid)	۰/۲۸ ± ۰/۱۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۱
$C_{18:2}$ (lionleic)	۶۳/۰۲ ± ۰/۲۶	٦٦/٢٤ ± ١/٥٤	٧٢/٠٨ ± ١/٠٨	٥٣/٢٨ ± ١/٧٥	٦٢/٧ ± ٠/٨٧	٦٨/٤٣ ± ٢/٠٠
$C_{20:1}$	۰/۵٦ ± ۰/۰۰	۱/۵۳ ± ۰/۱۲	۰/٦٥ ± ۰/۰۵	۰/٦٨ ± ۰/۰۷	۰/٦٣ ± ۰/۰۱	۰/۳۷ ± ۰/۰۷
جمع	٦٤/٧٦	٦٨/٢٣	٧٣/٦١	٥٤/١٩	٦٣/٤٥	٦٩/١٥

جدول ۲- میزان یون‌های موجود در دانه شش گونه گیاه شورزی

گونه‌های گیاهی	میزان یونها (درصد)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Cressa cretica	۲/٤۸	۰/۳۸	۰/۷۱	۳/۱۹	۰/۲۱	۰/۱۸
Suaeda fruticosa	۳/۵۰	۰/٤۸	۰/۷۰	۰/٤۲	۰/۳۵	۰/۳۵
Halopyrum mucronatum	۲/٤۷	۰/٤۳	۰/٤٤	۰/۱٦	۰/۲۳	۰/۱٤
Alhagi maurorum	۳/۲۱	۰/٤۰	۱/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۱
Arthrocnemum macrostachyum	۱/۸٦	۰/۲۵	۰/۳۵	۲/٦۱	۰/٦۱	۰/٤۹
Haloxylon stocksii	٤/۸٤	۰/۳۵	۲/۱۰	۰/۷۸	۰/۳۹	۰/۳۸

گونه‌های گیاهی	میزان یونها (ppm)					خاکستر (درصد)
	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	
Cressa cretica	۱٦۲۳	۷٦۲	٦۰	٦۲	۲۰	۷
Suaeda fruticosa	٦۰۷	۱٤٤	۲۹	٤۸	۱۵	۲
Halopyrum mucronatum	۳۱۰	۱۵۲٦	۸۰	٤٦	۱۵	۷
Alhagi maurorum	۵۳	۱۱۵	۱٤	۵۲	۱۳	۲
Arthrocnemum macrostachyum	۳۵۷۳	۲۳۹۸	۱۱۹	٦۷	۲۲	۳۹
Haloxylon stocksii	۳۵۵۰	۱۳۲	۵۲	٤۳	۱۹	۲۰

پیوست ۵

درخت شورزی مسواک

درخت مسواک (*Salvadora persica*) از جمله گیاهان بسیار جالب توجه اقتصادی برای مناطق مبتلا به شوری و خشکی است. معروف‌ترین فرآورده این درخت *مسواک* است که از ساقه‌های باریک آن تهیه می‌گردد، و کاربرد طبی آن در بهداشت دهان به تاریخ صدر اسلام می‌رسد. این درخت از جمله گیاهانی است که در قرآن مجید به آن اشاره شده است (۴). مسواک از جمله شورزی‌های اختیاری محسوب می‌شود (۹). این گونه و گونه *S. oleoides* هر دو نسبت به شوری متحمل بوده و در شرایط مختلف اقلیمی و جغرافیایی رشد و نمو می‌نمایند. گونه‌های مختلف مسواک به طور گسترده در کشورهای تانزانیا (آفریقا)، مصر، خاورمیانه، ایران، هند، چین و مالزی رشد می‌کنند (۹). این گیاه جزو درختان متوسط‌القامت بوده و در حدود ۲۵ سال عمر می‌کند. علاوه بر آنکه این درخت به خوبی با مناطق خشک و نیمه‌خشک سازگار است، بلکه با تپه‌های شنی مناطق بیابانی تا خاک‌های سنگین، با خاک‌های غیرشور تا خاک‌های بسیار شور، و با شرایط خشک تا شرایط ماندابی قابلیت سازگاری دارد (۹).

این گیاه از حیث اقتصادی، اجتماعی و اکوژیکی نقشی اساسی در زندگی مردم مناطق خشک و بیابانی ایفا می‌نماید. برای مثال، دمای حرارت تابستان در زیر سایه‌انداز این درخت در مناطق بیابانی تا ^{o}C ۸ خنکتر از دمای محیط اطراف است (۶)، که این خود نقشی مهم در ایجاد سرپناه برای دام‌ها و حیات وحش مناطق بیابانی (خدمات اکولوژیکی) دارد. علاوه بر کاهش فرسایش بادی (خدمات زیست محیطی)، مصارف رایج و مهم فرآورده‌های این درخت در مناطق بیابانی عبارتند از میوه، طب سنتی (کلیه اندامهای این گیاه خواص دارویی دارند)، علوفه دام، سوخت و دانه روغنی (۶)، که همگی نقش مهمی در کیفیت زندگی ساکنین این مناطق دارند.

گونه‌های این درخت به طور گسترده‌ای در کشور هند مورد بررسی و تحقیق قرارگرفته‌اند. عملیات مطلوب زراعی در این تحقیقات شامل نحوه جوانه‌زنی و تهیه نهال

(۸)، اندازه بذر و جوانه‌زنی (۲)، کاشت و استقرار (۷ و ۹)، فواصل کاشت و آبیاری (۳)، کوددهی (۱) و عمق کاشت بذر (۵) می‌باشد.

دانه روغنی فرآورده مهم و تجاری مسواک است. بذر گونه *S. oleoides* حاوی ۵۰-۴۰ درصد و گونه *S. persica* حاوی ۴۰-۳۰ درصد روغن است (۶)، که در صنایع پودر شوینده (detergent) و صابون‌سازی در کشور هند کاربرد گسترده تجاری دارند. لازم به تذکر است که روغن مسواک در ساخت صابون‌های با کیفیت خوب و بهداشتی جایگزین روغن نارگیل می‌شود، و از عصاره آن در ساخت خمیردندان‌های بهداشتی استفاده می‌گردد. Rao و همکاران (۹) در یک آزمایش مزرعه‌ای چهار ساله و در شوری‌های زیاد خاک، عملکرد دانه روغنی و روغن مسواک (*S. persica*) و سودآوری اقتصادی آن را بررسی کرده‌اند. شرایطی که این آزمایش در آن انجام شد (خاک لوم رسی با رس غالب مونتموریلینت، شوری خاک بین ۶۵-۲۵ دسی‌زیمنس بر متر، زهکشی متوسط تا ضعیف، سطح ایستابی بین ۲-۰/۵ متر و شوری آب آبیاری ۴۵-۳۵ دسی‌زیمنس بر متر) خود نشان از تحمل و مقاومت زیاد درخت مسواک به شرایط تنشی مختلف دارد. نتایج این تحقیق نشان داد که حتی در شوری‌های زیاد، از همان سال اول کشت، دانه روغنی تولید می‌شود لیکن، از سال چهارم عملکرد محصول به حداکثر مقدار می‌رسد. عملکرد دانه روغنی در سال چهارم به طور معنی‌داری از ۲/۷ تن در هکتار (تیمار ۳۵-۲۵ دسی‌زیمنس بر متر) به ۱/۴ تن در هکتار (تیمار ۶۵-۵۵ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش یافت، ولیکن، از نظر درصد روغن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۹). جالب توجه است که در این آزمایش، در طی فرآیند سه ماهه تولید نهال از بذر، از آب با شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر برای آبیاری استفاده شد، که کمتر گیاهی در این شوری قادر به جوانه‌زنی با درصد بالا می‌باشد.

تحت شرایط کشور هند، Rao و همکاران (۹) نشان دادند که ایجاد باغ مسواک و تولید تجاری آن در چهار سال اول تقریباً ۳۰ درصد سودآوری اقتصادی دارد. البته باید اضافه نمود که این نوع باغ‌ها ۲۵-۲۰ سال تولید تجاری دارد و مانند انواع باغ‌های دیگر در کشاورزی رایج، اکثر هزینه‌ها در سال اول (ایجاد و احداث باغ) می‌باشد. از این رو، اگر این برآورد اقتصادی برای ۲۵ سال انجام می‌گرفت، درصد سودآوری اقتصادی آن بسیار بالاتر می‌بود.

انواع خمیردندان‌های حاوی عصاره مسواک (ساخت کشورهای هند، مالزی، ایرلند و آلمان)، بسته‌بندی فله‌ای (حجاج مکه) و بهداشتی شاخه مسواک (کشور آلمان)، و کاربرد گسترده آن در صنایع صابون‌سازی در کشور هند نشان از وجود بازار برای فرآورده‌های این درخت است. موجود بودن بازار برای فرآورده مهم این گیاه (دانه روغنی و روغن) و تحمل بالای این گیاه به شرایط مختلف تنش‌های محیطی، به ویژه شوری، و همچنین، بومی بودن آن در مناطق جنوبی کشور (به ویژه استان سیستان و بلوچستان)، آن را به عنوان یک گیاه شورزی با ارزش اقتصادی بالا مطرح می‌سازد. توسعه کاشت و بهره‌برداری اقتصادی از این گیاه در مناطق خشک و شور کشور، علاوه بر خدمات زیست محیطی، بخشی از نیازهای کشور به روغن صنعتی (غیر خوراکی) را تأمین کرده، و از آن مهمتر، ایجاد اشتغال و کسب معیشت در این مناطق محروم می‌نماید. علاوه بر فروش دانه‌های روغنی، امکان ایجاد واحدهای روغن‌کشی کوچک در آن مناطق نیز وجود دارد، که به رونق اقتصادی منطقه کمک می‌نماید.

فهرست منابع

1- Arya, R., K.R. Chaudhry and R.R. Lohara. 2005. Effect of nitrogen and gypsum on the establishment and early growth of *Salvadora persica* L. on salt affected soils under hot arid conditions in India. Forests Trees and Livelihoods, 15(3):291-306.

2- Jindal, S.K., M. Singh and R. Sivadasan. 2006. Variability for seed size, oil content, seed germinatin and juvenile traits in germplasm collections of *Salvadora oleoides* Decne from arid parts of Gujarat. Annals of Arid Zone, 45(1):53-58.

3- Kasera, P., J. Prakash and D. Chawan. 2003. Effects of spacing and irrigation levels on growth and biomass production in *Salvadora persica*. Journal of Tropical Forest Science, 15(4):626-629.

4- Khafagi, I.A., A. Zakaria, A. Dewedar and K. El-Zahdany. 2006. A voyage in the world of plants as mentioned in the Holy Quran. International Journal of Botany, 2(3):242-251.

5- Mertia, R.S. and T.K. Kunhamu. 2003. Quick raising of *Salvadora oleoides* (Decne) saplings. *In* Narain, P., S. Kathju, A. Kar, M.P. Singh and P. Kumar (Eds.), Human Impact on Desert Environment. CAZRI, Jodhpur, India, pp. 397-399.

6- Pandey, D.N. 2008. Direct sowing and planting of *Salvadora persica* (Linn.) and *Salvadora oleoides* (Decne.) for ecological restoration and livelihoods improvement in Thar desert. http://dlc.dlib.indiana.edu/archives/00003152/

7- Ramoliya, P.J. and A.N. Pandey. 2002. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides* (Salvadoreaceae). Journal of Arid Environments, 51(1):121-132.

8- Ramoliya, P.J., H.M. Patel and A.N. Pandey. 2004. Effect of salinization of soil on growth and macro-and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Salvadora persica* (Salvadoraceae). Forest Ecology and Management, 2002(1-3):181-193.

9- Rao, G.G., A.K. Nayak, A.R. Chinchmalatpure, A. Nath and V.R. Babu. 2004. Growth and yield of *Salvadora persica*, a facultative halophyte grown on saline balck soils (Vertic Haplustept). Arid Land Research Management, 18:51-61.

پیوست ۶

ویژگی‌های روغن درخت گز روغنی از دو منطقه شور و غیرشور در کشور پاکستان

Anwar, F., A.I. Hussain, M. Ashraf, A. Jamail and S. Iqbal. 2006. Effect of salinity on yield and quality of *Moringa oleifera* seed oil. Grasas y Aceites, 57 (4):394-401.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مناطق شور و غیرشور در تحقیق مورد نظر در کشور پاکستان

خصوصیات خاک	خاک شور	خاک غیرشور
درصد اشباع	۲۹/۸ ± ۱/٦۵	۲۹/٤ ± ۱/٤۵
واکنش (pH)	۹/۷ ± ۰/٤۳	۹/۲ ± ۰/۵۰
هدایت الکتریکی عصاره اشباع: EC_e (dS/m)	۱٦/۸ ± ۲/۳۵	۱/۸ ± ۰/۱۰
نسبت جذب سدیم: $SAR\ (mmol)^{½}$	۸۵/۳ ± ٤/۵٦	۲/۵ ± ۰/۲۱
درصد سدیم تبادلی (ESP)	۵۵/۲ ± ۱/٦۵	۲/٤ ± ۵/۰۵

جدول ۲- ترکیبات اسیدهای چرب در روغن *Moringa oleifera* از مناطق شور و غیرشور

اسیدهای چرب (درصد)	منطقه شور	منطقه غیرشور	ANOVA	
			مقدار F	*P*
$C_{14:0}$	۰/٤٦ ± ۰/۰٤	۳/۱۳ ± ۰/۱۰	۱۵۲٤٦/۲۹ ***	۰/۰۰۰
$C_{16:0}$	۹/٤۹ ± ۰/۲٤	۸/۰۱ ± ۰/۳۷	۱۹۳/۵۰ ***	۰/۰۰۰
$C_{16:1}$	۱/۵۸ ± ۰/۱۱	۱/٦۹ ± ۰/۱۳	٦/۸۵ NS	۰/۰۱٤
$C_{18:0}$	۲/۷۱ ± ۰/۲۰	۲/۵۸ ± ۰/۱۵	٤/۱۳ NS	۰/۰۵۲
$C_{18:1}$	۷٤/۷۰ ± ۰/۸۲	٦۸/۷۱ ± ۱/۲۵	۱۰۱/۲۷ ***	۰/۰۰۰
$C_{18:2}$	۰/٦۳ ± ۰/۱۰	۰/٦۹ ± ۰/۱۰	٦/٦۸ NS	۰/۰۱۵
$C_{20:0}$	۲/۱۰ ± ۰/۱۰	۱/۹۸ ± ۰/۱۵	۵/۹۲ NS	۰/۰۲۲
$C_{20:1}$	۲/۲٤ ± ۰/۱۲	۲/۳۵ ± ۰/۱۵	٦/۷۵ NS	۰/۰۱۵
$C_{22:0}$	٤/۳۳ ± ۰/۳۵	٤/۵٦ ± ۰/۲۰	٤/۸۷ NS	۰/۰۳٦
$C_{26:0}$	۱/۵۹ ± ۰/۱۱	۱/٦۷ ± ۰/۰۸	٦/٦۲ NS	۰/۰۱٦

NS = غیرمعنی‌دار از نظر آماری *** = بسیار معنی‌دار از نظر آماری

پیوست ۷

فهرست گیاهان متحمل به شوری و ترکیبات نفتی

جدول ۱- فهرستی از گیاهان متحمل به شوری و ترکیبات نفتی برای احیای اراضی آلوده به شورآب‌های نفتی [*].

نام گونه گیاه	خانواده	نام گونه گیاه	خانواده
Achillea millefolium	Asteraceae	*Medicago sativa*	Fabaceae
Agropyron repens	Poaceae	*Melilotus alba*	Fabaceae
Agropyron trachycaulum	Poaceae	*Myrica cerifera*	Myricaceae
Agrostis stolonifera	Poaceae	*Panicum virgatum*	Poaceae
Andropogon virginicus	Poaceae	*Pascopyrum (Agropyron) smithii*	Poaceae
Atriplex prostrata	Chenopodiaceae	*Phalaris arundinacea*	Poaceae
Baccharis halimifolia	Asteraceae	*Phragmites australis*	Poaceae
Betula lenta	Betulaceae	*Pinus taeda*	Pinaceae
Bouteloua curtipendula	Poaceae	*Plantago major*	Plantaginaceae
Bromus inermus	Poaceae	*Poa canbyi*	Poaceae
Buchloe dactyloides	Poaceae	*Poa juncifolia*	Poaceae
Cenchrus ciliaris	Poaceae	*Polygonum aviculare*	Polygonaceae
Chenopodium album	Chenopodiaceae	*Prunus pensylvanica*	Rosaceae
Conyza canadensis	Asteraceae	*Prunus serotina*	Rosaceae
Cynodon dactylon	Poaceae	*Puccinellia nuttalliana*	Poaceae
Distichlis spicata	Poaceae	*Rubus* spp.	Rosaceae
Echinochloa colonum	Poaceae	*Rumex crispus*	Polygonaceae
Eclipta prostrata	Asteraceae	*Sagittaria lancifolia*	Alismataceae
Eichhornia crassipes	Pontederiaceae	*Salicornia europaea*	Chenopodiaceae
Eleocharis palustris	Cyperaceae	*Scaevola sericea*	Goodeniaceae

ادامه جدول ۱-

نام گونه گیاه	خانواده	نام گونه گیاه	خانواده
Eleocharis tuberculosa	Cyperaceae	*Schedonnardus paniculatus*	Poaceae
Elymus canadensis	Poaceae	*Scirpus pungens*	Cyperaceae
Elymus lanceolatus	Poaceae	*Scirpus yagara*	Cyperaceae
Elymus trachycaulus	Poaceae	*Senecio glaucus*	Asteraceae
Erechtites hieracifolia	Asteraceae	*Setaria viridis*	Poaceae
Festuca arundinacea	Poaceae	*Sonchus oleraceus*	Asteraceae
Festuca rubra	Poaceae	*Sorghum sudanense*	Poaceae
Helianthus annus	Asteraceae	*Sorghum vulgare*	Poaceae
Hordeum jubatum	Poaceae	*Spartina alterniflora*	Poaceae
Hordeum vulgare	Poaceae	*Spartina patens*	Poaceae
Iva axillaris	Asteraceae	*Spergularia salina*	Caryophyllaceae
Kochia scoparia	Chenopodiaceae	*Sporobolus airoides*	Poaceae
Lepidium densiflorum	Brassicaceae	*Stenotaphrum secundatum*	Poaceae
Leymus cinereus	Poaceae	*Suaeda calceoliformis*	Chenopodiaceae
Lolium multiflorum	Poaceae	*Typha latifolia*	Typhaceae
Lolium perenne	Poaceae	*Zoysia japonica*	Poaceae
Lotus corniculatus	Fabaceae		

* Vavrek, M.C., H. Hunt, D.L. Vavrek and W. Colgan III. 2004. Development of an oil brine spill restoration plan – Preliminary work. Louisiana Applied Oil Spill Research and Development Program, OSRADP Technical Report Series 04.

پیوست ۸

فهرست اسامی فارسی برخی از گیاهان شورزی

جدول ۱- اسامی فارسی برخی از گیاهان شورزی مورد اشاره در این مجموعه.

نام فارسی	نام علمی لاتین	نام فارسی	نام علمی لاتین
سپیده، دنیزلاخنه	*Crambe abysinnica*	آکاسیا، چش	Acacia
رازیانه آبی، رازیانه دریایی	*Crithmum maritimum*	درخت سَلم، قرط	*Acacia nilotica*
پنجه مرغی، شوری واش	*Cynodon dactylon*	آکاسیای چتری	*Acacia tortilis*
مَرغ، چایر، نجیل، نقیل	Cynodon	برگ خنجری، آجاو	*Agave americana*
شیشم، ساسم، آغاجی، سام	*Dalbergia sissoo*	چنال، گل ابریشم	*Albizzia lebbeck*
خاکشیر، شفترک، لبان	*Descurainaia sophia*	مینای آفریقایی	*Arctotis grandis*
علف نمکی	*Distichlis palmeri*	ارجان، زیتون مراکشی	*Argania spinosa*
درخت سنجد، سینجه، جیلان	*Elaeagnus angustifolia*	گل ستاره کوهی، ستاره آلپی، مینا آلپی	*Aster alpinus*
سیخچه نی	*Eleocharis dulcis*	مینای چمنی، گل مینا	*Aster tripolium*
بید گیاه	*Elytrigia elongatum*	اسفناج وحشی، اسفناج دشتی	*Atriplex barclayana*
کُما، درخت اوشه، باریجه	*Ferula galanifolia*	اسفناج رومی	*Atriplex hortensis*
لرزانک نئی	*Festuca arundinaceae*	اسفناج هرز، سرمه صحرائی	*Atriplex triangularis*

ادامه جدول ۱-

نام فارسی	نام علمی لاتین	نام فارسی	نام علمی لاتین
لرزانک بلند	*Festuca elatior*	اسفناج بوته‌ای	*Atriplex. halimus*
گیاه خزفام	*Gazania splendens*	درخت کِرتا، حرا، تِمِر	*Avicennia germinans*
لیلکی	*Gleditsia triacanthos*	عَرهَر، لپه هندی	*Cajanus cajan*
عدس تلخ، مغیلان، کِرنّه	*Hedysarum carnosum*	کاکله	*Cakile edentula*
چنال، اینگا	*Inula crithmoides*	شیشه شور	*Callistemon rigidus*
سازو، سمار تکمه‌ای	*Juncus acutus*	کاسیا، چشمک، بُگیرا	*Cassia mexicana*
سازو، بوریا، حصیر	*Juncus rigidus*	تاج خروس، گل صدرا	*Celosia argentea*
جارو	*Kochia scoparia*	اسفناج برگ بلوطی	*Chenopodium glaucum*
پنیرک مردابی	*Kosteletzkya virginica*	سلمک، سلمه	*Chenopodium quinoa*
چنال، گلدسته، سوبابل	*Leucaena leucocephala*	اخوین، شرونه، رمادیه	*Cineraria maritima*
شصت عروسان	*Limonium axillare*	دَغدَغک، هفت پوست، گینه	*Colutea istria*
کهور شاهی	*Prosopis cineraria*	چچم، علف چمنی	*Lolium multiflorum*
سُمر، کهور پاکستانی	*Prosopis juliflora*	چچم چمنی، چنگ، سنیل	*Lolium perenne*
سیاه ناو	*Pucciniella distans*	اعلاء گلی، یونجه زرد	*Lotus corniculatus*
لوبیای دریایی	*Salicornia bigelovi*	یونجه پاکلاغی، ثیل، ثمیل	*Lotus creticus*
پتاس، چغوم، زارقو	*Salsola kali*	شب بوی معمولی، شب بوی زمستانی	*Matthiola incana*
چوج، درخت مسواک	*Salvadora persica*	یونجه شنی، یونجه وحشی	*Medicago ciliaris*

ادامه جدول ۱-

نام فارسی	نام علمی لاتین	نام فارسی	نام علمی لاتین
چوب صندل سفید	*Santalum acuminatum*	شاه افسر سفید، یونجه سفید، اکلیل	*Melilotus alba*
اشنان پرگل، اُشنان	Seidlitzia	شبدر عطری، یونجه زرد	*Melilotus indica*
اشنه، علف شتری، دانه شور	*Seidlitzia rosmarinus*	ترش انجیر، گل نیمروز	Mesembryanthemum
خیو	*Sporobolous virginicus*	گز روغنی	*Moringa peregrina*
بهمن سرخ	Statice	قره داغ	*Nitraria billardieri*
سیاه شور، سویده	*Suaeda esterou*	بَبُل، دارمن	*Parkinsonia aculeata*
گز شاهی، شوره گز	*Tamarix aphylla*	تکه بر	*Paspalum vaginatum*
لوبیای خوشه‌ای	*Teragonolobus siliquosus*	علف قناری	*Phalaris aquatica*
هَلیله سیاه، هلیله زرد	*Terminalia arjuna*	نی، خیزران	*Phragmites australis*
بِلی لِه ، هلیله سیاه	*Terminalia Catappa*	چنال، اینگا	*Pithecellobium dulce*
علف گندمی	*Thinopyrum ponticum*	اذینه، وذینه، مقرامن	*Plantago coronopus*
زوسترا، علف مارماهی	*Zostera marina*	خرفه، منشوری، پیچکی	*Portulaca oleracea*
آگیج، قیچ	*Zygophyllum album*	کهور، جغجغه	Prosopis

لیست انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

شماره	نام کتاب
۱	فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی
۲	تحلیلی بر راندمان‌های آبیاری
۳	سالنامه سال ۱۳۷۳
۴	سالنامه سال ۱۳۷۴
۵	دستورالعمل‌های کم آبیاری
۶	مجموعه مقالات ششمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۷	مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۸	مجموعه مقالات هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۹	ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی و عوامل مؤثر در آن
۱۰	آبیاری موجی
۱۱	آشنایی با آبیاری کابلی
۱۲	مدیریت محلی سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۱۳	راهنمای ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی
۱۴	مجموعه مقالات اولین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۱۵	راهنمای احداث زهکش‌های زیرزمینی
۱۶	معرفی جهات نظری و کاربردی روش پنمن – مانتیس
۱۷	Water and Irrigation Techincs in Ancient IRAN
۱۸	تلاش ایرانیان در تأمین و مدیریت توزیع آب
۱۹	تحلیلی بر ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های آبیاری و زهکشی
۲۰	تجارب جهانی مشارکت کشاورزان در مدیریت آبیاری
۲۱	مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۲۲	مفاهیم زهکشی و شوری آب و خاک
۲۳	مجموعه مقالات کارگاه مسائل و مشکلات اجرای شبکه‌های زهکشی

شماره	نام کتاب
۲۴	معیارهای انتخاب سیستم‌های آبیاری
۲۵	فن سنجش از دور در آبیاری و زهکشی
۲۶	استفاده از آب‌های شور و لب شور برای آبیاری
۲۷	مجموعه مقالات همایش مشارکت کشاورزان در مدیریت شبکه‌های آبیاری
۲۸	مجموعه مقالات همایش جنبه‌های زیست محیطی استفاده از پساب‌ها در آبیاری
۲۹	فرهنگ آب و آبیاری سنتی
۳۰	مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۳۱	چاره آب در تاریخ فارس
۳۲	مجموعه مقالات کارگاه آموزشی مدیریت استفاده از آب‌های شور
۳۳	جنبه‌های مالی مدیریت آب
۳۴	عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ «سناریوها و مسائل»
۳۵	تدارک برای انجام پروژه‌های کوچک آبیاری
۳۶	خلاصه مقالات کارگاه فنی – آموزشی کم آبیاری
۳۷	مجموعه مقالات کارگاه فنی – آموزشی آبیاری میکرو
۳۸	مجموعه مقالات دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۳۹	مجموعه کارگاه فنی ساخت کانال‌های آبیاری، محدودیت‌ها و راه حل‌ها
۴۰	راهنمای روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب
۴۱	مجموعه مقالات کارگاه فنی روش‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیلاب
۴۲	مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی زهکشی
۴۳	مدیریت کیفیت زه‌آب‌های کشاورزی
۴۴	نرم‌افزارهای مرتبط با آبیاری و زهکشی (جلد اول)
۴۵	انسان و آب
۴۶	چاره آب در تاریخ فارس (جلد دوم)
۴۷	استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده در کشاورزی

شماره	نام کتاب
۴۸	CD کتاب‌ها و نشریات مؤسسات بین‌المللی
۴۹	راهنمای مقابله با خشکسالی
۵۰	مجموعه مقالات کارگاه آموزشی کاربرد اینترنت در آبیاری
۵۱	مجموعه مقالات همایش تاریخ آب و آبیاری کشور
۵۲	سومین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۵۳	مجموعه مقالات همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی
۵۴	لوح فشرده فرهنگ فنی آبیاری و زهکشی (انگلیسی- فرانسه)
۵۵	رهنمودهای انتقال مدیریت خدمات آبیاری
۵۶	راهنمای پایش و ارزشیابی انتقال مدیریت آبیاری
۵۷	زهکشی؛ کمیت و کیفیت جریان برگشتی
۵۸	واکنش گیاهان به شوری
۵۹	نگرشی بر مسائل و مشکلات مطالعات و اجرای زهکشی زیرزمینی در ایران
۶۰	برنامه‌ریزی مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۶۱	بررسی و مقایسه تطبیقی روش پنمن ـ مانتیس با روش‌های فائو ۲۴ در ایران
۶۲	لوح فشرده نرم‌افزارهای مرتبط با آبیاری و زهکشی(نسخه شماره ۲)
۶۳	مدیریت آب در کشاورزی؛ پیامدهای اقتصادی- اجتماعی
۶۴	قیمت‌گذاری آب آبیاری: بررسی ادبیات موضوع
۶۵	دانشنامه مشاهیر فنون آب و آبیاری و سازه‌های آبی
۶۶	لوح فشرده مجموعه مقالات کنفرانس‌های بین‌المللی
۶۷	مجموعه مقالات کارگاه تخصصی مدیریت بهره‌برداری و نگهداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۶۸	استاندارد ادوات و تجهیزات آبیاری تحت فشار
۶۹	استفاده از آب‌های شور در کشاورزی پایدار
۷۰	نظریه‌ها و مدل‌های زهکشی

شماره	نام کتاب
۷۱	مدیریت نوین آبیاری و تأثیر آن بر عملکرد شبکه‌های آبیاری
۷۲	آبیاری در مقیاس کوچک برای مناطق خشک، اصول و روش‌ها
۷۳	نگرشی بر روند توسعه و چشم‌انداز آبیاری تحت فشار در ایران
۷۴	مهار آلودگی آب ناشی از فعالیت‌های کشاورزی
۷۵	استفاده از لوله‌های کم فشار در آبیاری سطحی
۷۶	مدیریت آب آبیاری در مزرعه
۷۷	ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار برمبنای تقاضا
۷۸	تاریخ آب و آبیاری استان کرمان
۷۹	لوح فشرده مجموعه مقالات کارگاه بین‌المللی راهکارهای مدیریت خشکسالی
۸۰	دانشنامه مشاهیر فنون آب و آبیاری و سازه‌های آبی (جلد دوم)
۸۱	مواد و مصالح سامانه‌های زهکشی زیرزمینی
۸۲	بهره‌وری آب کشاورزی
۸۳	مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۸۴	نگرشی بر مسائل، مشکلات و تجربه‌های ساخت کانال‌های آبیاری در ایران
۸۵	انتخاب روش‌های آبیاری در کشاورزی
۸۶	ارزیابی شوری خاک
۸۷	لوح فشرده کتاب‌ها و نشریات مؤسسات بین‌المللی (جلد سوم)
۸۸	مدیریت آبیاری در سامانه‌های روباز آبیاری
۸۹	مجموعه مقالات سومین کارگاه فنی زهکشی
۹۰	راهنمای ارزیابی مقایسه‌ای و کاربرد آن در شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۹۱	مجموعه مقالات چهارمین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری
۹۲	مجموعه مقالات کاربرد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در آبیاری و زهکشی
۹۳	مجموعه مقالات کارگاه سیستم زهکشی زیر پوشش کانال‌ها
۹۴	نظام آبیاری سنتی در نائین

شماره	نام کتاب
۹۵	نرم‌افزارهای مرتبط با آبیاری و زهکشی (جلد سوم)
۹۶	فرآیند ارزیابی سریع و کاربرد آن در شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۹۷	مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری بارانی «توانمندی‌ها و چالش‌ها»
۹۸	مجموعه مقالات کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه
۹۹	مجموعه مقالات کارگاه آموزشی مدلسازی در آبیاری و زهکشی
۱۰۰	اصول و کاربرد کم آبیاری
۱۰۱	مجموعه مقالات چهارمین کارگاه فنی مشارکت کشاورزان در مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۰۲	پیش‌بینی و هشدار سیل
۱۰۳	راهنمای عملی ارزیابی عملکرد آبیاری و زهکشی
۱۰۴	مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب‌ها برای آبیاری
۱۰۵	مجموعه مقالات کارگاه فنی همزیستی با سیلاب
۱۰۶	کاربرد ژئوسنتتیک در آبیاری و زهکشی
۱۰۷	مجموعه مقالات چهارمین کارگاه فنی زهکشی
۱۰۸	مجموعه مقالات دومین کارگاه فنی خرد آبیاری «توسعه و چشم‌انداز»
۱۰۹	مجموع مقالات کارگاه فنی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۱۰	انتقال مدیریت آبیاری (مبانی و روش‌شناسی)
۱۱۱	کارآیی مصرف آب در کشت گلخانه‌ای
۱۱۲	راهنمای روش مشارکت‌مدار برای تشخیص سریع مسایل و طرح‌ریزی عملیات در سامانه‌های آبیاری
۱۱۳	مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۱۴	Proceedings of the 4th Asian Regional Conference and 10th International Seminar on Participator Irrigation Management
۱۱۵	Proceedings of the International History Seminar on Irrigation and Drainage
۱۱۶	Water and Irrigation Techniques in Ancient Iran

شماره	نام کتاب
۱۱۷	مجموعه مقالات اولین کارگاه فنی اتوماسیون (خودکارسازی) سامانه‌های آبیاری تحت فشار
۱۱۸	مدیریت زهاب کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک
۱۱۹	خُرد آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک راهنمای برنامه و طرح (در حال چاپ)
۱۲۰	زهکشی زیرزمینی؛ برنامه‌ریزی، اجرا و بهره‌برداری
۱۲۱	نگرشی بر روش‌های خودکار کردن سامانه‌های آبیاری تحت فشار
۱۲۲	تبخیر و تعرق گیاهان (دستورالعمل محاسبه آب مورد نیاز گیاهان) (در حال چاپ)
۱۲۳	مجموعه مقالات اولین کارگاه فنی ارتقای کارآیی مصرف آب با کشت محصولات گلخانه‌ای
۱۲۴	کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب
۱۲۵	راهنمای عملیات نگهداری سامانه‌های آبیاری (در حال چاپ)
۱۲۶	راهنمای برنامه‌ریزی رهیافت‌های سازه‌ای مدیریت سیلاب (در حال چاپ)
۱۲۷	کارگاه آشنایی با راهبردهای مهندسی در آبیاری و زهکشی
۱۲۸	مجموعه مقالات سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار
۱۲۹	مجموعه مقالات دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی
۱۳۰	مجموعه مقالات پنجمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست
۱۳۱	انتقال مدیریت آبیاری: تلاش‌های جهانی و نتایج
۱۳۲	مجموعه مقالات پنجمین کارگاه فنی مشارکت آب‌بران در شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۳۳	پوشش‌های زهکشی
۱۳۴	مقدمه‌ای بر آب مجازی
۱۳۵	طراحی آبیاری قطره‌ای در مناطق مرطوب
۱۳۶	سناریوهای صرفه‌جویی در مصرف آب
۱۳۷	مجموعه مقالات ششمین کارگاه زهکشی و محیط زیست
۱۳۸	مجموعه مقالات دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
۱۳۹	قابلیت‌های آب کشاورزی
۱۴۰	صرفه جویی آب در کشاورزی