

نمایه

مروری بر یافته‌های پژوهش‌های گیاه سیر در ایران.

عبدالستار دارابی، محمدرضا رفیع و علی دهقانی..... ۹۹

چارچوب رویکرد همبست آب-انرژی-غذا برای امنیت منابع طبیعی.

شاهرخ زندپارسا و علیرضا سپاس‌خواه..... ۱۱۷

چالش‌های تغییر اقلیم در باغبانی و راهبردهای سازگاری با آن‌ها.

مرتضی خوشخوی، کورش وحدتی، سعید عشقی، وازگین گریگوریان، حسن صالحی، مجید عزیزی و مریم حقیقی..... ۱۳۱

واکاوی و ارائه راهکارهای اصلاحی مدیریت آب زیرزمینی در ایران.

هاشم درخشان، کامران داوری و ابوالفضل مساعدی..... ۱۴۷

نقش رویکرد سیستمی در مدیریت کیفیت پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی.

بهجت تاج‌الدین و حسن علیپور ۱۶۳

قابلیت‌های آبی‌پروری ساحلی و دریایی ایران با رویکرد اقتصاد دریامحور و محدودیت آب شیرین.

همایون حسین زاده صحافی ۱۷۷

یادواره شادروان دکتر عباس شریفی تهرانی..... ۱۹۱

پیوست‌ها

بیانیه‌های همایش‌های برگزار شده در گروه علوم کشاورزی..... ۱۹۳

راهنمای نویسندگان

مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی

مجله پژوهش‌های راهبردی علوم کشاورزی و منابع طبیعی مقاله‌های زیر را منتشر می‌کند: (الف) یافته‌های پژوهش‌های راهبردی کلان کشور در زمینه‌های علوم کشاورزی و منابع طبیعی، (ب) مقاله‌های واکاوی یا رهیافتی درباره یکی از چالش‌های کلی علوم کشاورزی و منابع طبیعی کشور، (پ) مقاله‌های دعوتی از صاحب‌نظران درباره چالش‌ها و دشواری‌های مهم کشور یا موضوعی ویژه، در زمینه‌های علوم کشاورزی و منابع طبیعی.

طرح کلی مقاله‌ها

لازم است نویسندگان مقاله‌ها استانداردهای زیر را رعایت کنند: هر مقاله باید به صورت اینترنتی با نرم افزار Office 2007 یا بالاتر در Windows XP یا Windows 7 در فارسی با قلم ۱۲ BNazanin و در انگلیسی با قلم ۱۰ Times New Roman و با فاصله خط‌ها ۱/۱۵ تهیه و به نشانی <http://srj.asnr.ias.ac.ir> ارسال شود.

در نگارش مقاله‌ها توصیه می‌شود که تا حد امکان از به کار بردن واژه‌های بیگانه پرهیز شده، نام‌ها و واژه‌های علمی، مواد و سایر اصطلاح‌های خارجی، همچنین معادل واژه‌های جدید فارسی، با گذاشتن شماره در بالا و سمت چپ این واژه‌ها، خواننده به زیرنویس همان صفحه که در آن‌جا واژه مورد نظر نوشته شده است، هدایت شود. به کارگیری واژه‌های مصوب فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران که در فرهنگ‌های نوین کشاورزی و منابع طبیعی برای هر رشته کشاورزی و منابع طبیعی آمده‌اند، ضروری است. بخش‌های مختلف مقاله‌های پژوهشی باید به صورت زیر، تهیه شوند و در مورد مقاله‌های مروری یا واکاوی، باید تا حد ممکن، به این تقسیم‌بندی توجه شود:

۱- شناسه مقاله

لازم است به همراه هر مقاله یک صفحه که در برگیرنده عنوان مقاله، نام و نام‌خانوادگی و مرتبه علمی نویسنده یا نویسندگان مقاله، نام و نشانی مؤسسه‌ای که نویسنده یا نویسندگان در آن‌جا اشتغال دارند و نام محلی که پژوهش مورد نظر در آن‌جا صورت گرفته است، همراه با شماره تلفن و پست الکترونیکی ارسال گردد.

۲- عنوان مقاله

عنوان مقاله باید نشانگر محتوای مقاله بوده، ساده و به راحتی قابل درک باشد. همچنین عنوان مقاله نباید بیش از ۲۰ واژه باشد.

۳- چکیده فارسی

چکیده فارسی مقاله باید در ۱۵۰ تا ۲۵۰ واژه و بیانگر مسئله، هدف، روش و نتایج پژوهش باشد. از آن‌جا که بیشتر خوانندگان تنها به چکیده مقاله دسترسی دارند، لازم است که این قسمت از مقاله با دقت کافی و روان نوشته شود. چکیده هر مقاله ممکن است توسط مراکزها و مؤسسه‌های خدمت رسانی اطلاعات و منابع علمی، منتشر شود.

۴- واژه‌های کلیدی

پس از چکیده، ۳ تا ۵ واژه کلیدی آورده شود. توصیه می‌شود که تا حد ممکن، از به کار بردن واژه‌هایی که در عنوان مقاله آورده شده، در واژه‌های کلیدی پرهیز شود.

۵- مقدمه

در این بخش باید مقاله‌های پژوهشی موضوع مورد بحث یا پژوهش معرفی شده، فرضیه مورد نظر تعریف، به اهم کارهای پژوهشی انجام شده پیشین اشاره، زمینه لزوم پژوهش مورد نظر تشریح و هدف بررسی مشخص شود. در مورد مقاله‌های مروری لازم است به پژوهش‌های مهم انجام شده، اشاره شود و در پایان واکاوی و نتیجه‌گیری شود. هدف اصلی این بخش این است که اطلاعات کافی قبلی درباره موضوع مورد بحث یا پژوهش داده شود که خواننده بتواند نتایج را درک کرده و آن‌ها را نسبت به کارهای قبلی انجام شده، بدون بررسی منابع اصلی، مقایسه و ارزیابی نماید. **لازم است در تمام مقاله‌ها، استناد به منابع علمی بر اساس شیوه‌نامه APA نوشته شوند که نسخه‌ای از آن در سایت مجله موجود است و چکیده‌ای از آن در پایان این راهنمای نویسندگان آمده است.**

۶- مواد و روش‌ها

در این قسمت در مقاله‌های پژوهشی باید شرح دقیق و کامل تیمارها، طرح آزمایشی و مواد و روش‌های مورد استفاده در اجرای پژوهش آورده شود. در صورتی که از روش‌های متداول منتشر شده استفاده می‌شود از شرح آن‌ها خودداری گردد و تنها به بیان منبع بسنده گردد، اما اگر از روش جدیدی استفاده شده است، شرح کامل آن روش ضرورت دارد. در مورد تغییرهای ایجاد شده در روش‌های متداول قبلی هم تنها به شرح تغییرها پرداخته شود. هدف از این بخش این است که اطلاعات کافی در اختیار پژوهشگران دیگری که علاقمند به تکرار چنین آزمایش‌هایی هستند قرار داده شود. درباره مواد استفاده شده باید نام‌های دقیق علمی و تجاری و منبع یا روش تهیه آن‌ها نوشته شود. در مورد مقاله‌های مروری نیز لازم است که پژوهش‌های مهم پیشین به گونه‌ای آورده شوند که موضوع موردنظر به خوبی بیان شود. نام‌های علمی همراه با خلاصه نام نامگذارنده انواع گیاهان، جانوران و مانند این‌ها، باید به طور دقیق آورده و زیرنویس شوند.

۷- نتایج

نتایج حاصل از پژوهش می‌تواند به صورت جدول و شکل ارائه گردد. برخی از نتایج ساده را می‌توان در داخل متن و بدون ارائه جدول یا شکل ارائه نمود. جدول‌ها و شکل‌ها در بخش نتایج باید به طور کامل روشن و به راحتی قابل درک و بیانگر واقعی داده‌های حاصل از پژوهش باشند. شماره‌های ارائه شده در جدول‌ها یا شکل‌ها نباید در این بخش، بحث و تفسیر شوند، بلکه تنها به بیان یافته‌های اساسی بسنده گردد. همچنین لازم است این شماره‌ها در جدول‌ها یا شکل‌ها به فارسی آورده شوند. نتایج ارائه شده نباید به صورت جدول، منحنی یا متن نوشتاری تکرار گردد. هر جدول یا شکل باید دارای عنوان مشخص به صورت وسط‌چین باشد. عنوان باید تا حد ممکن کوتاه، واضح و بیانگر محتوای جدول و شکل مربوطه باشد. برای نوشتن عنوان جدول (یا شکل) باید پس از واژه جدول (یا شکل)، شماره آن و سپس یک خط تیره و بعد از آن عنوان جدول (یا شکل)، نوشته شود. هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به آن ستون باشد، مگر این که تمام ستون‌ها دارای واحد یکسان باشند که در این صورت باید واحد مربوط را در عنوان جدول آورد. برای بیان توضیح‌های اضافی درباره هر جدول می‌توان به ترتیب از نشانه‌های اختصاری $\dagger$ ، $\ddagger$ ، $\S$ ، $\P$ در متن جدول استفاده کرد و با نشان دادن آن‌ها در زیر جدول و ارائه توضیح، اطلاعات لازم را در اختیار خواننده قرار داد. شکل‌های رایانه‌ای، ترسیمی و تصویرها باید به طور کامل واضح و در صورت لزوم دارای واحد باشند و عنوان هر یک در زیر آن‌ها نوشته شود.

۸- بحث

در این بخش، در مورد مقاله‌های پژوهشی نتایج ارائه شده مورد واکاوی و تفسیر قرار گرفته، توجه خواننده به موضوع اصلی پژوهش، فرضیه(های) مطرح شده در بخش مقدمه و نتایج به دست آمده از این پژوهش جلب می‌شود. در این قسمت می‌توان رابطه‌ها بین عامل‌های تاثیرگذار در پژوهش و یا کاستی‌های مشاهده شده در این رابطه‌ها و در نهایت زمینه‌هایی که نیاز به پژوهش بیشتری دارند را برشمرد. تا حد ممکن بایستی موارد اتفاق نظر و یا اختلاف نتایج این پژوهش با پژوهش‌های دیگر در این زمینه، بررسی شوند و سرانجام، کاربردهای عملی و تئوری نتایج پژوهش انجام شده و نتیجه‌گیری اساسی از آن ارائه شود. در مقاله‌های مروری لازم است قسمت بحث و نتیجه‌گیری همراه شوند و کاستی‌ها و برتری‌های پژوهش‌های انجام شده، واکاوی، بحث و نتیجه‌گیری شوند.

۹- نتیجه‌گیری

در مقاله‌های پژوهشی در صورت لزوم، بخشی به نام نتیجه‌گیری می‌تواند در پایان مقاله آورده شود که نتایج اصلی مقاله را به طور مختصر ارائه می‌کند.

۱۰- سپاسگزاری

نویسنده(گان) می‌توانند از اشخاص، سازمان‌ها، نهادها و یا هر فرد حقیقی یا حقوقی که امکان اجرای پژوهش مانند تامین بودجه، وسیله‌های آزمایشگاهی، صحرایی و مانند این‌ها را فراهم نموده‌اند و یا در اجرای آن کمک کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند. توصیه می‌شود این قسمت تا حد ممکن کوتاه و بیشینه ۵۰ واژه باشد.

۱۱- منابع مورد استفاده

منابع مورد استفاده باید شامل جدیدترین اطلاعات در زمینه کار مورد نظر باشد. از آوردن منابع خیلی قدیمی پرهیز شود. منابع مورد استفاده در پایان مقاله، باید بر اساس شیوه‌نامه APA نوشته شوند که چکیده‌ای از آن در پایان این راهنمای نویسندگان آمده است.

۱-۱۱- چگونگی ارائه منابع در متن مقاله - منابعی مجاز به ارائه در این بخش هستند که به صورت کتاب چاپ شده، مقاله یا مقاله کوتاه، چاپ یا پذیرفته شده در مجله‌های مختلف باشند و از راه کتابخانه‌ها یا اینترنت، بتوانند در دسترس قرار گیرند.

۲-۱۱- چگونگی ارائه منابع - لازم است به کلیه منابع فارسی و لاتین در متن اشاره شده و در لیست منابع، ابتدا منابع فارسی و سپس منابع لاتین آورده شوند. در صورتی که از یک نویسنده بیش از یک مقاله استفاده شده باشد باید مقاله‌های آن نویسنده بر حسب دوره زمانی افزایشی شماره‌گذاری شود. در صورتی که یک نویسنده مقاله‌هایی مستقل و مشترک با سایر نویسندگان داشته باشد، ابتدا مقاله‌هایی مستقل وی و سپس مقاله‌های مشترک او به ترتیب حروف الفبای نام فامیل نفرهای بعدی و دوره انتشار، نوشته می‌شوند.

۱۲- چکیده انگلیسی

ترجمه صحیحی که بیانگر پژوهش یا موضوع موردنظر در مقاله‌های مروری باشد و تا حد ممکن با چکیده فارسی برابری کند، باید به انگلیسی ارائه شود.

۱۳- دیگر نکته‌ها

- ۱- هر مقاله بدون نام نویسنده، به دستکم ۳ داور ارسال می‌شود و در صورت نظر مثبت ۲ داور و همچنین تصویب شورای دبیران، پذیرفته خواهد شد.
- ۲- نویسنده یا نویسندگان موظفند پیش از ارسال مقاله اصول اخلاقی مجله را به دقت خوانده و فرم تعهدنامه را که در سایت مجله آمده است، تکمیل و امضا نمایند.
- ۳- مقاله‌ها به طور معمول نبایستی از ۱۵ صفحه چاپ شده، بیشتر شود.
- ۴- مسئولیت کامل نظرهای ابراز شده در مقاله‌ها و نیز رعایت حق مؤلفین و پژوهشگران به عهده نویسنده(گان) مقاله می‌باشد.
- ۵- کلیه واحدهای مقاله باید در سیستم متریک ارائه شوند.
- ۶- اتخاذ تصمیم نهایی درباره رد یا پذیرفتن و نیز هر گونه ویرایش لازم در مقاله‌ها برای شورای دبیران محفوظ است.
- ۷- به منظور بهبود کیفیت مقاله و رفع اشتباه‌های احتمالی توصیه می‌شود که نگارندگان پیش از ارسال مقاله به این مجله، از همکاران صلاحیتدار خود تقاضا نمایند که آن را مطالعه نموده و کاستی‌های احتمالی را گوشزد کنند.
- ۸- در مورد مقاله‌های پذیرفته نشده، نظر داور یا داوران برای نویسنده یا نویسندگان ارسال خواهد شد.

چکیده‌ای برگرفته از استاندارد شیوه‌نامه APA ویرایش ششم نسخه ۲

نمونه مقاله علمی فارسی

در متن: (جعفری، ۱۳۸۹)

در فهرست منابع: جعفری، علی. (۱۳۸۹). اندیشه‌های پیترو بوردیو. *مطالعات جامعه‌شناختی*، ۱۷ (۷)، ۲۵-۴۸.

نمونه مقاله علمی انگلیسی

در متن:

(Harrison & Westwood, 2009)

در فهرست منابع:

Harrison, R. L., & Westwood, M. J. (2009). Preventing vicarious traumatization of mental health therapists: Identifying protective practices. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 46, 203-219.

نمونه مقاله اینترنتی فارسی

در متن: (خسروجردی، ۱۳۹۱)

در فهرست منابع: خسروجردی، محمود. (۱۳۹۱). ترسیم میان رشتگی در پژوهش‌های علم‌سنجی. پردازش و مدیریت

اطلاعات، دوره ۲۸، شماره ۲، صص. ۳۹۳-۴۰۹. بازیابی شده در ۱۰ آذر ۱۳۹۲، از

<http://pubj.ricest.ac.ir/ojs/index.php/code13pp/article/view/100/108>

نمونه مقاله اینترنتی انگلیسی

در متن:

(Capurro, 2013)

در فهرست منابع:

Capurro, R. (2013). Go Glocal: Intercultural Comparison of Leadership Ethics. *Infopreneurship Journal*, 1 (1), pp. 1-9. Retrieved 2013, Dec. 25, from <http://infopreneurship.net/wp-content/uploads/2013/09/GoGlocal-Intercultural-Comparison-of-Leadership-Ethics-InfoJour-11pp.1-91.pdf>

نمونه مقاله فارسی در همایش‌ها

در متن: (جمالی، ۱۳۹۰)

در فهرست منابع: جمالی، حمیدرضا. (آبان ۱۳۹۰). تولید علم در ایران. در محمدصادق حسینی (ویراستار)، مجموعه مقالات علم در ایران. مقاله منتشر شده در کنفرانس علوم اجتماعی ایران، تالار قدس (صص. ۲۵-۲۸). تهران: انجمن جیحون.

نمونه مقاله انگلیسی در همایش‌ها

در متن:

(Rowling, 1993)

در فهرست منابع:

Rowling, L. (1993, September). Schools and grief: How does Australia compare to the United States. In *Wandarna coowar: Hidden grief*. Paper presented at the Proceedings of the 8th National Conference of the National Association for Loss and Grief (Australia), Yeppoon, Queensland) pp. 196-201). Turramurra, NSW: National Association for Loss and Grief.

نمونه کتاب فارسی

در متن: در بار اول (حسینی، جعفری، ایزدی، منانی، ماکانی، ۱۳۸۰)

در دفعه‌های بعد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۰)

در فهرست منابع: حسینی، علی؛ جعفری، حسن؛ ایزدی، غلام؛ منانی، حنا؛ و ماکانی، جعفری. (۱۳۸۰). جامعه‌شناسی نشر. تهران: قو.

نمونه کتاب انگلیسی

در متن:

(Chessick, 2007)

در فهرست منابع:

Chessick, R. D. (2007). *The future of psychoanalysis*. New York, NY: State University of New York Press.

نمونه پایان‌نامه فارسی

در متن: (خسروجردی، ۱۳۸۷)

در فهرست منابع: خسروجردی، محمود. (۱۳۸۷). نقش شخصیت و باورهای معرفت‌شناختی در رفتار اطلاع‌جویی دانشجویان کارشناسی ارشد دانشگاه تهران. پایان‌نامه منتشر نشده کارشناسی ارشد، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی.

نمونه پایان‌نامه انگلیسی

در متن:

(Hall, 2007)

در فهرست منابع:

Hall, E. M. (2007). *Posttraumatic stress symptoms in parents of children with injuries*. (Unpublished doctoral dissertation). Boston University, Boston, MA.

مروری بر یافته‌های پژوهش‌های گیاه سیر در ایران^۱

عبدالستار دارابی^۲، محمدرضا رفیع و علی دهقانی^۳

چکیده

سیر از نظر تولید در بین گیاهان سوخوار^۴، پس از پیاز خوراکی در رتبه دوم قرار دارد و در بین همه سبزی‌ها بیشترین درصد ماده خشک را دارد. تاریخ کاشت توصیه شده بسته به شرایط اقلیمی و همگروه^۵ در منطقه‌های مختلف کشور از ۱۵ شهریور تا ۱۵ آبان متغیر است. اگرچه برخی از همگروه‌های سیر کشور گل‌دهنده هستند، اما گرده این همگروه‌ها سترون است و بذری تولید نمی‌کند. مصرف زیاد نیتروژن موجب افزایش بیماری زنگ سیر و کاهش ویژگی‌های کیفی می‌شود. در سیستم آبیاری قطره‌ای در مقایسه با آبیاری سطحی مصرف آب به مقدار چشمگیری کاهش و کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد. مقایسه دو سیستم آبیاری سطحی و بارانی نشان داد که بهره‌وری آب، بذری (سیرچه^۶)، کود شیمیایی و سم‌های گیاهی در سیستم آبیاری بارانی بسیار بیشتر از آبیاری سطحی است. در کشت همراه سیر، اسفناج، اسفرزه، همیشه‌بهار و شنبلیله با نسبت برابری زمین، از یک بیشتر می‌شود، بنابراین کشت هم زمان سیر با این گیاهان سودمند می‌باشد. علف‌کش گل (اکسی‌فلوروفن) علف‌های ناخواسته (هرز)^۷ را در کشت‌زارهای سیر کنترل می‌کند. زنگ سیر مهم‌ترین بیماری این محصول در کشور است.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، سیرچه، گل‌دهنده.

مقدمه

سیر^۸ گیاهی تک‌لپه است. مدرک‌هایی وجود دارند که سیر، بیش از ۵۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در چین و هندوستان و ۲۰۰۰ سال پیش از این تاریخ در مصر مصرف می‌شده است. مصریان از سیر هم در پختن غذا، هم برای ترمیم استخوان‌های شکسته و درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌کردند. رومیان به خاطر بوی سیر به این محصول علاقه‌ای نداشتند و در تغذیه کارگران و سربازان این محصول را مصرف می‌کردند (Etoh & Simon, 2002). هم اکنون این محصول در بیشتر کشورها از خط استوا تا حدود ۵۰ درجه عرض جغرافیایی کشت می‌شود. این گیاه از نظر تولید و اهمیت در بین گیاهان سوخوار، پس از پیاز خوراکی در رتبه دوم قرار دارد و از نظر مقدار درصد ماده خشک در صدر

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۲۰

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۱

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: darabi6872@yahoo.com

۳- به ترتیب دانشیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز. استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز و استادیار بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد.

4. Bulbous plants

5. Clone

6. Clove

7. Weeds

8. *Allium sativum* L.

همه سبزی‌ها قرار دارد (Brewster, 2008). سیر مقدار زیادی از ویتامین‌ها از جمله: C و B₆ و مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم، آلومینیم، آهن، مس، منگنز، کروم، مولبدن و همچنین، ژرمانیوم، ید و اسیدهای آمینه دارد (Ourouadi *et al.*, 2017). افزون بر ارزش غذایی، در بررسی‌های علمی تأثیر دارویی و سلامتی‌بخش سیر به‌ویژه در درمان بیماری‌های عروقی و کاهش کلسترول و پیشگیری و درمان برخی از سرطان‌ها، گزارش شده است (Perez *et al.*, 2018; Shah Murad *et al.*, 2018). سطح زیر کشت سیر در دنیا ۱.۲۳۶.۶۳۴ هکتار و مقدار تولید آن ۲۸۲۰۴۸۵۴ تن و میانگین عملکرد ۱۷ تن در هکتار گزارش شده است. ایران با تولید سالیانه ۵۹۸۶۰ تن از نظر تولید در رده بیست و چهارم و از نظر سطح زیر کشت (۴۸۵۹ هکتار) در رتبه بیست و هفتم دنیا می‌باشد. میانگین عملکرد این محصول در ایران ۱۲/۳۲ تن در هکتار و از این نظر در رتبه بیست و هشتم دنیا قرار دارد (FAO, 2023). سیر در ایران در همه استان‌ها (به جز کهگیلویه و بویر احمد) تولید می‌شود و به دو صورت تازه (همه گیاه پیش از بلوغ سوخ) و خشک (سوخ بالغ و رسیده) برداشت می‌شود. با توجه به ارزش غذایی و اثرهای دارویی فراوان سیر، هدف از نگارش این مقاله، مروری بر نتایج پژوهش‌های سیر در کشور و ارائه راهکار به‌منظور کاهش چالش‌های تولید این محصول مهم است.

پژوهش‌های به‌نژادی

با توجه به در دسترس بودن همگروه‌های متعدد سیر در کشور و تفاوت چشمگیر آن‌ها از نظر عملکرد، مقدار آلیسین و پیرویک اسید، مقاومت به آفت‌ها و بیماری‌ها و تحمل تنش‌های محیطی، گزینش همگروه مناسب و سازگار با هر منطقه برای تولید محصول مطلوب بسیار بااهمیت است. در بررسی عملکرد ۵ همگروه در منطقه اراک، همگروه سیر همدان بیشینه عملکرد (۱۱/۵۹ تن در هکتار) را داشت و برتری آن بر دیگر همگروه‌ها به‌جز سیر تفرش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (عباسی‌فر، ۱۳۷۹). بقالیان و همکاران (۱۳۸۳) ویژگی‌های ۲۴ همگروه بومی را در منطقه‌های مختلف ایران را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که از نظر وزن سوخ، شمار و وزن سیرچه، رنگ سوخ و درصد آلیسین گوناگونی وسیعی در این همگروه‌ها وجود دارد. در پژوهش دیگری عباسی‌فر و همکاران (۱۳۸۶) ۲۵ همگروه سیر را در ۳ شهرستان اراک، خمین و محلات در استان مرکزی بررسی کردند. سیر همدان بیشترین وزن سوخ (۴۵/۰۳ گرم) و وزن سیرچه (۴/۲۳ گرم) را داشت. وفایی و همکاران (۱۳۸۸) گوناگونی ژنتیکی ۳۷ همگروه سیر جمع‌آوری شده از منطقه‌های اصلی کشت و کار سیر در کشور را با استفاده از نشانگرهای AFLP بررسی و با نتایج حاصل از داده‌های ریخت‌شناسی مقایسه نمودند. نگاشت درختی^۱ رسم شده بر پایه نتیجه حاصل از تجزیه خوشه‌ای، همگروه‌های سیر ایرانی را در ۶ گروه اصلی قرار داد، درحالی‌که براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی مورد ارزیابی همه همگروه‌ها در ۴ گروه کلی قرار گرفتند. در نتایج حاصل از داده‌های AFLP، تشابه بین خوشه‌ها کم و بیش بالا بود (۵۸ تا ۱۰۰٪). درکل، همبستگی نسبی بین گوناگونی ژنتیکی و پراکنش جغرافیایی همگروه‌های سیر ایرانی مشاهده شد. عالم خومرام و همکاران (۱۳۹۸) ۱۸ همگروه بومی شامل ۹ همگروه از منطقه‌های کشت سیر استان همدان و ۹ همگروه از دیگر استان‌های سیرکار کشور را در مرکز تحقیقات کشاورزی همدان بررسی کردند. ایشان ۳۳ ویژگی مهم زراعی-ریخت‌شناسی از جمله عملکرد سوخ، مقدار پیرویک اسید و مقدار آلیسین را بررسی کردند. از ۹ همگروه محلی غیربومی همدان ۳ همگروه محلی ارومیه، اراک و بردسیر کرمان در شرایط اقلیمی همدان تولید پذیرفتنی داشتند.

همگروه محلی سولان و همگروه محلی رامهرمز به ترتیب با عملکرد ۱۲/۰۹ و ۲/۰۶ تن در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد سوخ را تولید کردند. همگروه‌های محلی ارومیه و علی‌آباد به ترتیب بیشترین مقدار پیرویک اسید کل و آلوسین را داشتند. مقایسه عملکرد و ویژگی‌های زراعی ۶ همگروه سیر در جیرفت نشان داد که سیر جیرفت مناسب‌ترین نژادگان^۱ برای کشت در منطقه کرمان است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۹). مقایسه ویژگی‌های کمی و کیفی برخی از همگروه‌های سیر در داراب نشان داد که، همگروه‌های طارم و طالش عملکرد زیادی داشتند، درحالی‌که همگروه‌های همدان و اراک دارای ویژگی‌های کیفی (مقدار آلوسین، آلین، فعالیت/نتی اکسیدانی و مقدار فلاونوئید) برتری بودند (Akbarpouret *al.* 2001). بنابراین مشخص می‌شود که همگروه‌های متعدد سیر در کشور وجود داشته و تفاوت چشمگیری از نظر عملکرد و ویژگی‌های کیفی همانند مقدار آلوسین و پیرویک اسید در آن‌ها مشاهده می‌شود که لازمه‌ها برنامه‌های به‌نژادی است و همچنین اگر چه در هر منطقه به طور معمول همگروه بومی همان منطقه کشت می‌شود، ولی معرفی همگروه‌ها از یک منطقه به منطقه دیگر می‌تواند نتیجه مناسبی داشته باشد.

پژوهش‌های به‌زراعی و تاریخ کاشت

هدف از تعیین تاریخ کاشت مناسب، یافتن زمان کاشتی می‌باشد که همه شرایط محیطی در آن زمان برای رویدن، استقرار و بقای گیاه مناسب باشند و ضمن این‌که گیاه تا حد ممکن در هر مرحله از رشد با شرایط مطلوب خود روبه‌رو می‌شود، با شرایط نامساعد محیطی نیز برخورد نمی‌کند (خواجه‌پور، ۱۳۷۶). خراط صادقی و رعیت‌پناه (۱۳۷۷) تأثیر ۴ تاریخ کاشت از ۱۵ مهر تا ۳۰ آبان را به فاصله ۱۵ روز بر عملکرد سیر رقم 'قرمز مازند' در ساری بررسی کردند و بیشترین محصول در تاریخ کاشت ۱۵ مهر تولید شد. عباسی‌فر (۱۳۷۹) در اراک تأثیر ۳ تاریخ کاشت از اول آبان تا ۱۵ آذر را به فاصله‌های زمانی ۱۵ روز بر عملکرد ۴ همگروه سیر (محلی تفرش، رامهرمز، همدان و مشهد) بررسی کردند. تاریخ کاشت ۱۵ آبان بیشینه محصول را تولید کرد. در پژوهشی که تأثیر ۴ تاریخ کاشت از ۱۵ شهریور تا ۱۴ آبان به فاصله ۱۵ روز بر عملکرد، اجزای عملکرد و شدت بیماری زنگ در سیر انتخاب شده رامهرمز به مدت ۲ سال زراعی در منطقه بهبهان بررسی شد. بیشینه عملکرد (۱۹/۵۲ تن در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور به دست آمد. تأثیر تاریخ کاشت بر میانگین شمار سیرچه (از ۳۱/۷ تا ۳۴/۶ عدد در سوخ) و درصد ماده خشک سیرچه (از ۳۸/۰۷ تا ۳۹/۲۳٪) معنی‌دار نبود. کمترین شدت آلودگی به زنگ سیر (۶/۴٪) در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور مشاهده شد (دارابی و دهقانی، ۱۳۸۹). خدادادی و نصرتی (۱۳۹۰) تأثیر ۴ تاریخ کاشت ۱۵ و ۳۰ مهر و همچنین ۱۵ و ۳۰ آبان را در همدان به مدت ۲ سال زراعی بر عملکرد سیر سفید همدان بررسی نمودند. بیشینه عملکرد (۲۲/۳۸ تن در هکتار) با کاشت در ۳۰ مهر به دست آمد. در پژوهشی در دامغان تأثیر ۳ تاریخ کاشت (۲۵ مهر، ۲۰ آبان و ۱۵ اسفند) بر عملکرد، اجزای عملکرد و محتوای آلوسین ۲ بوم‌جور^۲ کویردامغان و سفید همدان بررسی شد. نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت، ارتفاع، وزن تازه و خشک سوخ، عملکرد و همچنین قطر و وزن خشک سیرچه کاهش یافتند (صداتی و همکاران، ۱۳۹۴). میرزایی و همکاران (۱۳۹۹) با مقایسه ۵ تاریخ کاشت ۱۵ شهریور، ۵ و ۲۵ مهر، ۱۵ آبان و ۵ آذر در جیرفت گزارش کردند که بیشینه محصول در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور تولید شد، اما افزایش عملکرد محصول در این تاریخ کاشت با تاریخ کاشت ۵ مهر معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج این پژوهش‌ها می‌توان مشاهده کرد

که در بیشتر منطقه‌های کشور، کشت غالب کشت پاییزه می‌باشد. تاریخ کاشت مناسب سیر در کشور بستگی به شرایط اقلیمی منطقه و همگروه داشته و از ۱۵ شهریور تا ۱۵ آبان متغیر است.

پژوهش‌های تراکم بوته

عملکرد یک گیاه زراعی افزون بر قابلیت ژنتیکی آن، زیر تأثیر اصول به‌زراعی و شرایط محیطی قرار دارد. در این بین، تراکم گیاهی در تعیین عملکرد بسیار مؤثر است (ناعمی و همکاران، ۱۳۹۶). نصرتی (۱۳۸۳) در پژوهشی اثر ۳ تراکم بوته ۳۳۰، ۴۴۰ و ۷۴۰ هزار بوته و ۳ وزن سیرچه ۱/۵ تا ۳، ۵/۵ و ۵/۵ تا ۷ گرم را بر عملکرد سیر همدان در شهرستان همدان بررسی کرد. نتایج این بررسی مشخص نمود که بیشینه عملکرد با تراکم ۷۴۰ هزار بوته در هکتار و سیرچه‌هایی با وزن ۵/۵ تا ۷ گرم تولید شد. بررسی تأثیر ۳ فاصله بین ردیف ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر و ۴ فاصله بین بوته‌های روی ردیف دربرگیرنده ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ سانتی‌متر بر ویژگی‌های عملکردی سیر مازند در سیستم نشان داد که فاصله بین ردیف ۲۰ و فاصله بین بوته ۶ سانتی‌متر مناسب است (علی‌احمدی و روحانی‌نژاد، ۱۳۹۴). دارابی و دهقانی (۱۳۸۹) اثر ۳ فاصله بین ردیف (۳۰، ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متر) و ۳ فاصله بین بوته روی ردیف (۷، ۱۰ و ۱۳ سانتی‌متر) را بر عملکرد و اجزای عملکرد در سیر انتخاب شده رامهرمز به مدت ۲ سال زراعی در منطقه بهبهان بررسی کردند. با افزایش فاصله بین ردیف و بوته عملکرد سیر کاهش یافت، اما میانگین وزن سوخ و سیرچه افزایش داشت که دلیل آن افزایش رقابت بین بوته‌ها با افزایش تراکم بود که به کاهش میانگین وزن سوخ و سیرچه انجامید، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد به فاصله ۷×۲۰ سانتی‌متر مربوط بود. خدادادی و نصرتی (۱۳۹۰) اثرهای ۲ تراکم کاشت ۷۴۰ و ۵۵۰ هزاربوته درهکتار را بر عملکرد سیر سفید همدان بررسی کردند. میانگین عملکرد ۲ تراکم کاشت ۷۴۰ و ۵۵۰ هزار بوته در هکتار به ترتیب ۲۰۸۴۰ و ۲۰۲۱۹ کیلوگرم در هکتار بود. در پژوهشی در منطقه دامغان تأثیر ۳ تراکم کشت ۳۵، ۴۵ و ۵۵ بوته در متر مربع بر ویژگی‌های زراعی سیر همدان و سیر کویر دامغان بررسی شد. افزایش تراکم، موجب کاهش وزن تازه و خشک سوخ، قطر و وزن خشک سیرچه و افزایش ارتفاع و همچنین عملکرد و شمار سیرچه در سوخ شد. تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر مقدار آلئوسین نداشت (صداقتی و همکاران، ۱۳۹۴). اکبری و همکاران (۱۳۹۵) اثر ۳ تراکم کاشت ۳۰، ۴۰ و ۵۰ بوته در متر مربع را بر محتوای نسبی آب برگ، محتوای پرولین، قندهای محلول، کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a/b، کلروفیل کل، کارتنوئید و نسبت کارتنوئید به کلروفیل در دوهمگروه طرود و طبس بررسی کردند. تراکم کاشت تأثیر معنی‌داری بر این ویژگی‌ها نداشت نتایج این پژوهش‌ها مشخص می‌کند که ویژگی‌های کمی سیر زیر تأثیر تراکم قرار گرفته، ولی تراکم بوته اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی ندارد. همانند سایر گیاهان زراعی در سیر نیز افزایش تراکم بوته تا حد بهینه سبب افزایش عملکرد شد، ولی کاهش میانگین وزن و قطر سوخ را در بر داشت.

پژوهش‌های گلدهی

عباسی‌فر و دشتی (۱۳۹۴) ویژگی‌های ریختی و ارتباطشان با گلدهی را در ۳۰ همگروه سیر بومی کشور شامل ۱۷ همگروه گلدهنده و ۳۰ همگروه غیرگلدهنده در اراک بررسی کردند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سیرهای گلدهنده شمار برگ در بوته، طول برگ، عرض برگ، قطر شبه‌ساقه، وزن سوخ، شمار سیرچه در سوخ و نیز عملکرد کمتری

نسبت به سیرهای غیرگل‌دهنده داشتند. دلیل این موضوع رقابت بین گل و اندام‌های رویشی جهت جذب مواد غذایی دانسته شد. در مقابل، سیرهای گل‌دهنده نسبت به سیرهای غیرگل‌دهنده از درصد ماده خشک بیشتر و طول شبه‌ساقه بلندتری برخوردارند. عباسی‌فر و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی دیگر، گلدهی و باروری دانه‌گرده در همگروه‌های سیر ایرانی در همدان را بررسی کردند. آزمون‌های تنزیدن دانه‌گرده، رنگ‌پذیری‌گرده، کشت کیسه رویانی و کشت میوه همگی ناباروری‌گرده را در همگروه‌های گل‌دهنده بررسی و تأیید کردند. قایمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) الگوی بیان ژن gaLFY را در مرحله‌های مختلف نمو زایشی در برخی از همگروه‌های گل‌دهنده، نیمه‌گل‌دهنده و غیرگل‌دهنده سیر ایرانی را بررسی کردند. بر پایه نتایج به‌دست آمده، بیشترین مقدار بیان ژن gaLFY در همگروه گل‌دهنده (۸ هفته پس از کشت) در مرحله انتقال از مرحله رویشی به زایشی صورت گرفت. مقدار بیان این ژن در همگروه‌های غیرگل‌دهنده و نیمه‌گل‌دهنده نیز ۸ هفته پس از کشت به بیشترین سطح خود رسید، اما نسبت به همگروه گل‌دهنده بسیار کمتر بود. بیان ژن gaLFY در هر ۳ همگروه مرحله‌های بعدی به تدریج کاهش یافت. بنابراین به نظر می‌رسد که در انواع غیرگل‌دهنده و نیمه‌گل‌دهنده انتقال از مرحله رویشی به زایشی صورت می‌گیرد، اما در مرحله‌های بعدی زودبالی^۱ صورت نگرفته و یا به‌صورت ناقص انجام می‌شود. در نهایت ساقه گل‌دهنده در انواع غیرگل‌دهنده تشکیل نشده و در انواع نیمه‌گل‌دهنده به‌صورت ناقص تشکیل می‌شود. بر پایه نتایج مشخص می‌شود که گرچه برخی از همگروه‌های سیر کشور گل‌دهنده می‌باشند، ولی به دلیل ناباروری دانه‌گرده نمی‌توانند بذر تولید کنند. برای به‌دست آوردن بذر سیر ایرانی افزون بر شناسایی همگروه‌های گل‌دهنده و اقدام‌های لازم برای حفظ و نگهداری گل روی گل‌آذین، باید به همگروه‌هایی دست یافت که گرده باروری داشته باشند تا افزون بر خودباروری، توان از آن‌ها در دگرگرده‌افشانی گیاهان نابارور نیز استفاده کرد.

پژوهش‌های تغذیه

وجود ساختار ریشه‌ای سطحی در سیر موجب شده است که این گیاه کارایی اندکی در جذب عنصرهای غذایی از خاک داشته باشد. بنابراین، برای رسیدن به عملکرد مطلوب، به‌کارگیری یک برنامه منظم و منسجم کودی که متناسب با سیستم ریشه‌ای گیاه سیر باشد و همه عنصرهای غذایی را در اختیار این سیستم ریشه‌ای قرار دهد، الزامی است در پژوهشی اثر سطح‌های مختلف نیتروژن و گوگرد و همچنین مایه‌زنی با باکتری تیوباسیلوس بر عملکرد سیر در زنجان ارزیابی شد. مصرف گوگرد همراه تیوباسیلوس، عملکرد سیر را از ۸۴۱۰ به ۹۰۶۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. بیشترین عملکرد با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۶ تن گوگرد در هکتار به دست آمد (مشهدی جعفرلو، ۱۳۸۵). دارابی و همکاران (۱۴۰۲) مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار را برای کشت سیر رامهرمز توصیه نمودند سطح زیاد کود نیتروژن موجب افزایش بیماری زنگ سیر شد. نتایج پژوهشی که به منظور بررسی تأثیر سطح‌های مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر در تربت‌جام انجام گرفت، نشان داد که مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب موجب بهبود ۱۵ و ۲۰ درصدی عملکرد اقتصادی سیر در مقایسه با شاهد (مصرف نکردن نیتروژن) شد (ملافیلابی، ۱۳۹۱). نتیجه بررسی تأثیر نیتروژن و آبیاری را بر عملکرد و کیفیت محصول سیردرهمدان با بهره‌گیری از روش آبیاری بارانی تک‌شاخه نشان داد که مصرف نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار

عملکرد، شمار سیرچه در سوخ و غلظت نیتروژن بخش هوایی و کاهش معنی‌دار وزن سیرچه‌ها شد (مطلبی‌فرد، ۱۳۹۴). در پژوهشی دیگر تأثیرمقدارهای مختلف کود دامی گوسفندی و نیتروژن بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی سیر در شهر ری بررسی شد. بنابر یافته پژوهشی، تیمار آمیخته ۳۰ تن کود دامی به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، بیشترین مقدار عملکرد و تیمار آمیخته ۱۰ تن کود دامی به همراه ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی، بالاترین مقدار پیروویک اسید را به خود اختصاص دادند (ترابی و همکاران، ۱۳۹۷). عزیزاده و همکاران (۱۳۹۷) تأثیر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی را بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک سیر در شهرستان رشت بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، شمار برگ سیر، وزن زیست‌توده تک بوته و عملکردسوخ در شرایط کاربرد کود شیمیایی اوره همراه با باکتری‌های آزوسپیریلیوم+سودوموناس به‌دست آمد. بررسی سیلسپور (۱۳۹۸) درباره ارزیابی تأثیر کاربرد سطح‌های مختلف نیتروژن بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیر همدان و برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک در شهرستان ورامین نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی سیر با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد (افزایش ۱۰۴٪ نسبت به تیمار شاهد). کاربرد گوگرد، نترات سیر را نسبت به شاهد به‌طورمعنی‌داری کاهش داد. مطلبی‌فرد و بیات (۱۳۹۸) تأثیر کاربرد روی و منگنز بر عملکرد محصول سیر در همدان را ارزیابی کردند و بیشترین عملکرد با مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار روی به‌دست آمد. با افزایش مصرف منگنز، عملکرد روند افزایشی نشان داد. با بررسی مزرعه‌ای، اثرهای سطح‌های مختلف آبیاری (قطره‌ای نواری)، کود نیتروژن و کود گاوی بر گیاه سیر در شهر زهک در منطقه سیستان در استان سیستان و بلوچستان بیشترین عملکرد محصول از تیمارهای تامین ۱۰۰٪ نیاز کودی و ۱۰۰٪ نیاز آبی بود، اما از این نظر بین تیمار ۸۰ و ۱۰۰٪ نیاز آبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (پیری و بامری، ۱۳۹۸).

پژوهش‌های آبیاری

با توجه به حساسیت گیاه سیر به خشکی، صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف آب برای کشت این محصول در شرایط کم‌آبی رایج، اجتناب‌ناپذیر است. باغانی (۱۳۸۷) با پژوهشی که روی شماری از کشت‌زارهای سیر کشاورزان استان خراسان رضوی انجام داد، استفاده از آبیاری قطره‌ای به جای آبیاری سطحی را مناسب گزارش کرد. رضوانی و همکاران (۱۳۹۰) اثر مقدارهای مختلف آب آبیاری (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵٪ تبخیر و تعرق پتانسیل) و زمان‌های مختلف قطع آبیاری بر برخی از ویژگی‌های کمی سیر در همدان را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که وزن و قطر سوخ در تاریخ‌های قطع دیرتر افزایش و شمار پوسته سیر کاهش یافت. مقدار عملکرد در تیمارهای آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین کارایی مصرف آب مربوط به سطح تامین ۷۵٪ نیاز آبی و قطع آبیاری انتهای خرداد تشخیص داده شد. اکبری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی اثر ۳ سطح آبیاری بر پایه تامین ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪ نیاز آبی را بر برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی و فیزیولوژیک در ۲ همگروه طبس و طرود ارزیابی کردند. به کارگیری تنش خشکی موجب کاهش معنی‌داری در محتوای نسبی آب برگ شد. بوم‌جور طبس دارای محتوای نسبی آب بیشتری نسبت به بوم‌جور طرود بود. در اثر تنش، محتوای قندهای محلول به‌طورمعنی‌داری افزایش یافت، اما مقدار پرولین تغییر معنی‌داری نشان نداد. در سطح‌های مختلف آبیاری، تفاوت معنی‌داری در غلظت کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مشاهده نشد. این ویژگی‌ها و مقدار کاروتنوئید به صورت معنی‌داری در بوم‌جور طبس بالاتر از بوم‌جور طرود بود. با تشدید تنش خشکی به سطح تامین ۶۰٪ نیاز آبی، مقدار کاروتنوئید به‌طورمعنی‌داری کاهش یافت. قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۷) در

آزمایشی تأثیر ۲ سیستم آبیاری قطره‌ای و نشتی و سطح‌های مختلف نیتروژن را بر کارایی مصرف آب در توده سیر همدان بررسی نمودند. نتایج نشان دادند که اثر ۲ سیستم آبیاری بر محصول و وزن سیرچه معنی‌دار نبود و عملکرد محصول در ۲ سیستم به تقریب یکسان بود. سیستم آبیاری قطره‌ای با کاهش ۵۴ درصدی در آب مصرفی نسبت به روش نشتی موجب افزایش ۱۳۸ درصدی کارایی مصرف آب شد. موسوی و همکاران (۱۳۹۷) اثر سطح‌های مختلف آبیاری دربرگیرنده ۱۰۰ (شاهد)، ۱۲۰، ۸۰ و ۶۰٪ نیاز آبی و سطح‌های مختلف ورمی‌کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) را بر عملکرد، اجزای عملکرد و مقدار آلئوسین سیر در تربت حیدریه بررسی کردند. با افزایش مصرف ورمی‌کمپوست، عملکرد افزایش یافت. بیشترین و کمترین عملکرد سوخ سیر به ترتیب به تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی و مصرف ۵ تن ورمی‌کمپوست مربوط بود تنش خشکی سبب کاهش و مصرف کود ورمی‌کمپوست موجب افزایش مقدار آلئوسین شد. سیدان و قدمی فیروزآبادی (۱۳۹۸) با بررسی بهره‌وری عامل‌های تولید محصول سیر با ۲ سیستم آبیاری بارانی و سطحی در استان همدان گزارش نمودند که در میانگین بهره‌وری فیزیکی و اقتصادی تولید سیر در روش آبیاری بارانی حدود ۴۸٪ بیش از روش آبیاری سطحی بود. نتایج این پژوهش‌ها نشان دادند که سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای از نظر کارایی مصرف آب بر سیستم آبیاری نشتی برتری دارند. قطع دیر هنگام آبیاری در زراعت سیر، اگرچه ممکن است سبب افزایش عملکرد شود، ولی با توجه به کاهش تعداد پوسته به نظر می‌رسد باعث کاهش عمر انبارمانی این محصول شود تنش شدید خشکی سبب کاهش عملکرد سوخ و ویژگی‌های کیفی می‌شود. میزان تحمل تنش خشکی به نژادگان سیر بستگی دارد.

پژوهش‌های کشت همراه

سیر به دلیل دوره رشد و نمو به نسبت طولانی محصولی بسیار مناسب در کشت همراه به ویژه با گیاهان با دوره رشد و نمو کوتاه مانند سبزی‌های برگ‌ری می‌باشد. عزیزی و همکاران (۱۳۹۸) اثر الگوی کشت و سطح‌های مختلف کود دامی بر شاخص‌های رقابتی و عملکرد سیر و اسفناج را ارزیابی نمودند. بررسی برهمکنش الگوی کشت و کود دامی نشان داد که بیشترین وزن تازه و خشک اسفناج به ترتیب در الگوهای کشت ۱:۱ و ۴:۴ سیر و اسفناج در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. وزن تازه و خشک سیر، زیرتأثیر معنی‌دار سطح‌های مختلف کودی قرار نگرفت. اختلاف در ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تفاوت در دوره رویش گیاهان سبب شد که شاخص نسبت برابری زمین در همه الگوهای کشت همراه، بیشتر از یک شود که نشان از برتری الگوهای همراه مورد بررسی نسبت به تک‌کشتی هر یک از اجزا داشت. بهادر و همکاران (۱۳۹۳) کشت همراه سیر با گیاهان دارویی اسفرزه^۱، سیاهدانه^۲، زنیان^۳، رازیانه^۴، همیشه‌بهار^۵ و شوید^۶ به صورت کشت بینابینی به نسبت ۵۰:۵۰ و نیز کشت خالص این گیاهان را بررسی کردند. نتایج نشان دادند که بیشترین مقدار سودمندی نسبی کشت همراه سیر با گیاهان دارویی از نظر شاخص مجموع ارزش نسبی، در کشت همراه سیر و همیشه‌بهار به دست آمد. بیشترین مقدار افزایش عملکرد واقعی مربوط به کشت همراه سیر با اسفرزه به مقدار ۱/۷۸ بود. در مجموع کشت همراه سیر با اسفرزه و همیشه‌بهار به دلیل وجود بیشترین مقدار افزایش عملکرد واقعی نسبت به کشت خالص سیر پیشنهاد شد. در پژوهشی ویژگی‌های کشت همراه جایگزینی و افزایشی سیر و نخود فرنگی در ۲ منطقه گنبدکاووس و ساری بررسی شد. در بین تیمارهای جایگزینی و افزایشی

1. *Plantago ovata* Forsk. 2. *Nigella sativa* L 3. *Carum copticum* L 4. *Foeniculum vulgare* Mill.
5. *Callendula officinalis* L. 6. *Aniethum graveolens* L.

کشت همراه، ترکیب افزایشی ۷۵٪ نخودفرنگی و ۱۰۰٪ سیر با نسبت برابری زمین ۱/۵۳ بهترین نوع ترکیب کشت همراه از نظر بهبود عملکرد در هر ۲ منطقه بود (عباسیانی و همکاران، ۱۳۹۷). اسماعیلیان و جلالی (۱۴۰۱) کشت همراه سیر و شنبلیله با نسبت‌های ۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰ و ۲۵:۷۵ و ۱۰۰:۱۰۰ و کشت خالص ۲ گیاه را در گناباد ارزیابی نمودند. در همه الگوهای کشت همراه نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود و بهترین حالت از نسبت ۱۰۰:۱۰۰ به دست آمد. بنابراین، همه الگوهای کشت همراه سودمند بودند. بنابراین این نتایج می‌توان ملاحظه نمود در صورت انتخاب گیاهان مناسب برای کشت توام با سیر، افزایش عملکرد و سودمندی اقتصادی حاصل خواهد شد.

پژوهش‌های علف‌های ناخواسته (هرز)

سیر به دلیل ارتفاع کم، ریشه‌های سطحی، برگ‌های باریک و عمودی و در نتیجه کم تراکم بودن، از قدرت رقابت ضعیفی با علف‌های ناخواسته برخوردار است. با توجه به کشت پاییزه و برداشت بهاره این گیاه، حدود ۸ ماه در زمین از علف‌های ناخواسته آسیب می‌بیند. در پژوهشی اثرهای ۳ گیاه پوششی شبدر برسیم^۱، ماشک گل خوشه‌ای^۲ و لوبیا بر عملکرد و وضعیت علف‌های ناخواسته سیر در شهرستان زیراب بررسی شد. عملکرد سیر در این ۳ تیمار به ترتیب ۸۶۶۰، ۷۵۰۰ و ۶۸۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. ماشک و لوبیا به دلیل تولید بقایای کمتر، تأثیر کمتری نسبت به شبدر بر رشد علف‌های ناخواسته داشتند (صباحی و همکاران، ۱۳۸۵). حسینی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر ۱۲ تیمار علف‌کشی را بر کنترل علف‌های ناخواسته سیر (همزمان با وجین دستی علف‌های ناخواسته باریک‌برگ^۳ و وجین دستی تمام علف‌های ناخواسته) در استان خراسان رضوی بررسی کردند. در میان تیمارهای آزمایشی، علف‌کش گل با مقدار ۳ لیتر در هکتار بهترین نتایج را در کنترل علف‌های ناخواسته به همراه داشت. در پژوهشی دیگر، اثر کاربرد برای فلورالین به مقدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار به صورت خاک کاربرد ۲ هفته پیش از کاشت، اکسی‌فلوروفن (گل) به مقدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار در ۱ نوبت در مرحله ۳ تا ۴ برگی علف‌های ناخواسته، اکسی‌فلوروفن به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار در ۲ نوبت (در مرحله ۳ تا ۴ برگی علف‌های ناخواسته و ۱۸ روز بعد)، آمیخته شدن علف‌های ناخواسته و شاهد (بدون علف‌های ناخواسته) بر عملکرد و ویژگی‌های زراعی سیر مازند در مازندران بررسی گردید و در پایان، مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار اکسی‌فلوروفن در ۱ مرحله پیشنهاد شد (محضری و باغستانی، ۱۳۹۶). در پژوهشی در منطقه زنجان، ۴ همگروه سیر (همدان یک، همدان دو، همدان سه و طارم) و ۲ سطح آمیختن علف‌های ناخواسته (آمیخته شدن و آمیخته نشدن) بررسی شدند. در رقابت با علف‌های ناخواسته، بیشتر ویژگی‌های همگروه‌های همدان دو و همدان سه، کاهش چشمگیری را نشان دادند. همگروه طارم، به‌دلیل توان رقابتی پایین، بیشترین کاهش در ویژگی‌های بررسی شده در شرایط آمیخته شدن را نشان داد و کمترین عملکرد را در بین همگروه‌ها تولید کرد. همگروه همدان یک با توجه به عملکرد زیاد و کاهش اندک عملکرد در شرایط آمیخته شدن، برای کشت در منطقه‌های سردسیر مانند زنجان پیشنهاد شد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج این پژوهش‌ها مشخص کرد که قدرت رقابت با علف‌های هرز در بین همگروه‌های سیر متفاوت است. اقتصادی‌ترین روش کنترل هرز استفاده از علف‌کش‌های پس‌رویشی مانند گل می‌باشد.

پژوهش‌های آفت‌ها و بیماری‌ها

خسارت‌های ناشی از آفت‌ها و به ویژه بیماری‌زاهای (بیمارگرها) گیاهی در محصول مهم و اقتصادی سیر افزون بر کاهش محصول در کشتزار و انبار موجب دشواری‌های پس از برداشت و کاهش بازارپسندی و ارزش صادراتی نیز می‌شود. کرم سیر^۱ از راسته بالپولکداران از آفت‌های مهم سیر است (حق‌گویی، ۱۳۷۷). نخستین پژوهش‌های مربوط به زیست‌شناسی کرم سیر در ایران توسط حیدری در سال‌های ۱۳۵۷ و ۱۳۵۸ در همدان انجام شد و نشان داد که این آفت هر ۱ تا ۲ سال یک نسل تولید می‌کند و ۳۰٪ خسارت آن در کشتزار رخ می‌دهد و خسارت نهایی در انبار در سال‌های بیان شده به ترتیب ۱۹/۲۶ و ۱۵/۴٪ ارزیابی شد (حیدری، ۱۳۶۵). نتایج ارزیابی‌های بیات (۱۳۹۸) روی شرایط نگهداری پس از برداشت و انبارداری سیر نشان داد که این آفت در کشتزارها و به ویژه در دوره انبارداری سیر خسارت زیادی وارد می‌کند و عمر انباری محصول را به شدت زیرتاثیر قرار می‌دهد. در برخی از سال‌ها افزون بر خسارت مستقیم به محصول انبار شده، با جلب قارچ‌های گندرو موجب لهیدگی، کاهش شدید بازارپسندی و ارزش صادراتی و کاهش قیمت آن در بازار و اغلب موجب کاهش سطح زیرکشت آن در سال‌های بعدی می‌شود (صفر علیزاده، ۱۳۷۲). بررسی‌های احمدی (۱۳۹۴) نشانگر اختصاص میزبانی این آفت بود، به‌طوری‌که تنها به گیاهان جنس *Allium* حمله می‌کند و در ایران تنها به سیر و موسیر خسارت می‌زند. برداشت زودهنگام و به‌هنگام محصول در کاهش خسارت این آفت مؤثر است؛ به‌طوری‌که موجب می‌شود محصول از دسترس حشره‌های ماده برای تخم‌ریزی خارج شود (باب الحوائجی و خانجانی، ۱۳۸۷). نتایج پژوهش احمدی و الهویسی (۱۳۹۸) نشان دادند که خاکدهی پای بوته‌ها به ویژه درکشت مکانیزه و ردیفی نیز موجب کاهش دسترسی آفت به محل دقیق تخم‌گذاری خواهد شد. خطرناک‌ترین حشره‌های آفت سیر، گونه‌های تریپس هستند (Mirab-balou, 2016). تریپس پیاز و سیر^۲ دارای انتشار جهانی روی محصول سیر است. این گونه به عنوان گونه غالب در کشتزارهای سیر معرفی گردیده است و در میان تریپس‌های شکارگر، *Scolothrips longicornis* و *Aeolothrips intermedius* جمعیت زیادی داشتند (میراب بالو، ۱۳۹۵). با توجه به اثر هم‌افزایی خسارت تریپس و سفیدک کرکی، در صورت پیشینه آلودگی کشتزار سیر به آفت تریپس، کنترل به‌هنگام آفت تریپس در کاهش خسارت بیماری سفیدک کرکی نقش مؤثری دارد (دهقانی، ۱۳۹۸). مگس سیر^۳ که از راسته دوبالان است نیز از آفت‌های عمده محصول سیر و پیاز محسوب می‌شود و در همه منطقه‌های ایران انتشار دارد. خسارت این آفت از کشتزارهای استان‌های شمالی، خوزستان، اصفهان، همدان، قزوین، پیرامون تهران و کرج گزارش شده است (خانجانی، ۱۳۸۳). براساس بررسی‌های محیسنی (۱۳۸۱) در طارم زنجان، خسارت نسل پاییزه مگس سیر بیش از نسل بهار آن است، اما نسل بهار از بازارپسندی محصول می‌کاهد. همچنین، نامبرده گزارش داد که این حشره زمستان را بیشتر به صورت شفیره و گاهی لارو کامل در ژرفای ۱۰ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک یا در بقایای سوخ‌های خشک شده سال پیش سپری می‌کند. پژوهش آزمایش‌فرد (۱۳۷۱) در مورد شیوه خسارت مگس سیر نشان داد خسارت‌های عمده و غیرمستقیم لاروهای این آفت به واسطه ایجاد دالان‌هایی برای ورود قارچ‌ها و باکتری‌های مولد پوسیدگی مانند قارچ‌های جنس *Botrytis* و باکتری *Erwinia carotovora* است. از سوی دیگر، سوخ‌هایی که به این باکتری آلوده هستند، بیشتر قدرت جلب‌کنندگی مگس‌ها را خواهند داشت که هم‌افزایی خسارت ۲ عامل مگس و باکتری را در پی دارد.

در کشتزارهای سیر کشور تاکنون عامل‌های قارچی *Rhizoctonia solani*, *Puccinia allii*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium proliferatum*, *Cladosporium allii*, *Botrytis allii*, *Sclerotium cepivorum*, *Gibberella*, *Stemphyllium vesicarium*, *Pythium graminicola*, *Ulocladium allii*, *Embelisiaallii*, *Rhizopus stolonifer*, *intricans* و *Nectria haematococca* به عنوان بیماری‌زاهای این محصول گزارش شده‌اند (ارشاد، ۱۳۸۸؛ مهدیزاده نراقی و همکاران، ۱۳۸۶؛ بهروزین و حجارود، ۱۳۷۲؛ Sharifi et al., 2021؛ Zafari & Mehdizadeh-Naraghi, 2008). عامل بیماری مهم پوسیدگی فوزاریومی ریشه گیاه سیر که دارای نشانه‌های پژمردگی و خشکیدگی بوته‌هاست، قارچ *Fusarium oxysporum* است (اکبری اوغان و همکاران، ۱۴۰۰). بر پایه پژوهش‌های ارجمندیان (۱۳۹۴-الف) بیماری پوسیدگی سفید یا اسکروتیومی از مهمترین و مخرب‌ترین بیماری‌های سیر و ناشی از قارچ *Sclerotium cepivorum* است. بیشترین آلودگی در استان همدان مربوط به شهرستان همدان به مقدار ۲۷/۱٪ و سپس در شهرستان‌های بهار و اسدآباد و تویسرکان به ترتیب به مقدار ۲۰، ۱۱/۱، ۵/۶٪ تعیین شده است و میانگین آلودگی کشتزارهای سیر این استان ۲۰/۳٪ است. نتایج پژوهش‌ها روی کنترل این بیماری نشان دادند که کاربرد مرطوب قارچ‌کش رورال تی اس ی (ایپرودیون-کاربندازیم) در مرحله پیش از کاشت سیرچه‌های بذری به مقدار ۲ در هزار، روش مؤثری در کنترل مرگ گیاهچه و پوسیدگی ریشه سیر است (ارجمندیان، ۱۳۹۴). تلاش‌های نیکان و همکاران (۱۳۹۶) در تهیه و کاربرد فرمولاسیون‌های زیستی مبتنی بر قارچ‌های ناهمسازمانند *Trichoderma asperellum* و *Talaromyces flavus* برای کنترل بیماری پوسیدگی سفید در کشتزارهای سیر، نتایج رضایت‌بخشی داشته است؛ به طوری که این قارچ‌ها توانایی مهار زیستی عامل بیماری را داشته و می‌توانند جایگزین قارچ‌کش‌های شیمیایی زیانبار شوند. در بررسی‌های مدیریت تلفیقی بیماری نیز پژوهش‌های موفقیت‌آمیزی در کنترل زیستی بیماری‌های پوسیدگی ریشه فوزاریومی و اسکروتیومی سیر توسط عامل‌های ناهمسازی *Trichoderma harzianum* و *Bacillus subtilis* در میزبان سیر گزارش شده است که در شرایط گلخانه و کشتزار دارای توانایی مهار زیستی دامنه وسیعی از عامل‌های بیماری‌زا بودند (Alizadeh et al., 2020). در پژوهشی، ۱۷۵ سویه باکتری از ریشه‌سپهر^۲ سیر جداسازی و ویژگی ناهمسازی آن‌ها علیه قارچ عامل بیماری پوسیدگی اسکروتیومی در استان همدان بررسی گردید. مشخص شد که جدایه‌های *Bacillus* فعالیت ضدقارچی و کاهندگی بیماری نشان دادند و تأثیرمعنی‌داری برویژگی‌های رشدی میزبان داشتند (Amini et al., 2013).

بیماری سفیدک کرکی (داخلی یا دروغی) سیر با عامل قارچ *Peronospora destructor* در ایران در سال ۱۳۴۵ از گیلان گزارش شد (شریف و ارشاد، ۱۳۴۵). فعالیت تغذیه‌ای تریپس که بیشتر در میان بن برگ‌های سیر مشاهده می‌شود و همچنین همزمانی ۶۳ تا ۸۲ درصدی فعالیت تریپس با قارچ سفیدک کرکی در کشتزار نشانگر این است که کنترل به هنگام آفت تریپس در کنترل بیماری مهم و اقتصادی سفیدک کرکی مؤثر است (دهقانی، ۱۳۹۸). بیماری زنگ سیر^۳ ناشی از قارچ *Puccinia allii* از میان گونه‌های گیاهی جنس *Allium* بیشترین خسارت اقتصادی را به محصول سیر وارد می‌سازد (اعتباریان، ۱۳۷۶). این بیماری در بیشتر منطقه‌های کشت سیر در ایران مانند خوزستان، لرستان، ورامین، تبریز، گرمسار، ورامین، شهرری، زنجان و ساری مشاهده شده است و بر پایه پژوهش‌های دهقانی و دارابی (۱۳۸۹) مهم‌ترین عامل خسارت به محصول سیر در منطقه بهبهان، زنگ سیر می‌باشد. نتایج بررسی‌های نجفی و همکاران (۱۳۹۵) مشخص کرد هرچند بیشترین درصد خسارت در سال‌هایی با بارندگی بیشتر اتفاق می‌افتد، اما

درصد خسارت بیماری تنها با میانگین دمایی همبستگی مستقیم دارد و با توجه به گسترش بیماری در انتهای فصل رشد، اقدام به زود کاشتن سیرها (کشت در میانه مهر) برای آسانی برداشت زود هنگام محصول، روش پیشنهادی برای مدیریت این بیماری است. بر اساس نتایج دهقانی و رفیع (۱۳۹۱) در بررسی اثر مصرف نیتروژن و فسفر بر بیماری زنگ سیر، تیمار کودی ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر، کمترین آلودگی به بیماری زنگ را نشان داده است که بیانگر ضرورت رعایت تعادل در مصرف نیتروژن و نیاز به فسفر در افزایش مقاومت بوته به بیماری در مدیریت کشتزار سیر است. پژوهش دارابی و دهقانی (۱۳۸۹) در استان خوزستان روی اثر تاریخ کاشت و تراکم کاشت سیر بر بروز بیماری زنگ سیر نشان داد که در تیمار تاریخ کاشت ۱۵ شهریور و تراکم کاشت ۷۱/۴ بوته در متر مربع (فاصله ۷×۲۰ سانتی‌متر) بیشترین عملکرد به مقدار ۵۲/۲ تن در هکتار و کمترین آلودگی به بیماری زنگ سیر در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایشی به دست آمد که جایگاه رعایت تاریخ کاشت و تراکم مناسب را در کنترل تلفیقی بیماری مهم زنگ سیر روشن می‌سازد. در پژوهشی، با استفاده از روش پروفایل NBS^۱، گوناگونی ژنتیکی ژن‌های مقاومت به بیماری زنگ سیر در همگروه‌های سیر ایرانی گزارش شد. این موضوع امکان استفاده از ژن‌های مقاومت به بیماری مهم زنگ در بهنژادی رقم‌های سیر در کشور را نشان می‌دهد (Anjomshoaet al., 2019). بررسی لکه‌های روشن با حاشیه‌های زرد تا قهوه‌ای در کشتزارهای سیر پارس‌آباد مغان که تا ۹۰٪ ارزیابی شده و به از بین رفتن ۵۰٪ برگ‌های سیر انجامید و نشان داد عامل بیماری قارچ *Stemphyllium vesicarium* است (Sharifi et al., 2021). پژوهش‌های شهرآئین و همکاران در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ روی میزبان سیر، وجود ویروس بیماریزای کنه زادمیله‌ای جدیدی که عامل ایجاد لکه‌های زرد برگ‌های سیر است و توانایی انتقال مکانیکی دارد و همچنین ویروس‌های بیماریزا از جنس آلکسی‌ویروس‌ها^۲ دربرگیرنده GarV-D، GarV-B و C type GarV از نمونه‌های سیر در منطقه‌های مختلف ایران را به اثبات رساند (Shahraeen, 1998, Shahraeen et al., 2008).

نتیجه گیری

همگروه‌های متعدد سیر در کشور وجود داشته و تفاوت چشمگیری از نظر عملکرد و ویژگی‌های کیفی در آن‌ها مشاهده می‌شود که لازمه برنامه‌های به‌نژادی است. اگر چه در هر منطقه به طور معمول توده بومی همان منطقه کشت می‌شود، ولی معرفی همگروه‌ها از یک منطقه به منطقه دیگر می‌تواند نتیجه مناسبی داشته باشد. در بیشتر منطقه‌های کشور، کشت غالب کشت پاییزه است. تاریخ کاشت مناسب سیر در کشور بستگی به شرایط جغرافیایی و اقلیمی منطقه از ۱۵ شهریور تا ۱۵ آبان متغیر است. ویژگی‌های کمی سیر زیر تاثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد، اما تراکم بوته اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی ندارد. با وجود این که برخی از همگروه‌های سیر کشور گل‌دهنده می‌باشند، ولی به دلیل ناباروری دانه گرده، بذر تولید نمی‌کنند. بنابراین در کلیه منطقه‌های کشور این گیاه به روش غیرجنسی و با سیرچه افزوده می‌شوند. کشت همراه سیر با برخی از گیاهان همانند اسفناج و گیاهان دارویی اسفرزه، همیشه بهار و شنبلیله سودمند است. سیر، کارایی اندکی در جذب عنصرهای غذایی از خاک داشته و برای رسیدن به عملکرد مطلوب، به کارگیری یک برنامه منظم و منسجم کودی که متناسب با سیستم ریشه‌ای گیاه سیر باشد و همه عنصرهای غذایی را در اختیار این سیستم ریشه‌ای قرار دهد، الزامی است. افزون بر مصرف عنصرهای پر مصرف، مصرف مواد آلی

و عنصرهای کم مصرف نیز در افزایش عملکرد سیر مؤثر هستند. مصرف زیاد نیتروژن موجب افزایش بیماری زنگ سیر و کاهش ویژگی‌های کیفی می‌شود. رعایت اصول به‌زراعی همانند تاریخ کاشت و تراکم بوته مناسب، موجب کاهش خسارت زنگ سیر خواهند شد. برای صرفه جویی در مصرف آب، سیستم‌های آبیاری زیر فشار (بارانی و قطره‌ای) بر آبیاری نشتی برتری دارند. سیر، به دلیل ارتفاع کم، ریشه‌های سطحی، برگ‌های باریک و عمودی و در نتیجه کم تراکم بودن، از قدرت رقابت ضعیفی با علف‌های ناخواسته برخوردار است. باتوجه به کشت پاییزه و برداشت بهاره این گیاه، حدود ۸ ماه در زمین از علف‌های ناخواسته آسیب می‌بیند. اقتصادی‌ترین روش کنترل علف‌های ناخواسته، استفاده از علف‌کش‌های پس رویشی است. تریپس پیاز و سیر آفت غالب در کشتزارهای سیر است. با توجه به اثر هم‌افزایی خسارت تریپس و سفیدک کرکی، در صورت پیشینه آلودگی کشتزار سیر به آفت تریپس، کنترل به هنگام آفت تریپس در کاهش خسارت بیماری سفیدک کرکی نقش مؤثری دارد.

منابع

- اسماعیلیان، یاسر؛ جلالی، عباس. (۱۴۰۱). بررسی جنبه های کمی، کیفی و اقتصادی کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graceum* L.) در سیستم های تغذیه آلی و شیمیایی. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۸ (۱)، ۱۳۳-۱۴۹.
- آزمایش فرد، پروانه. (۱۳۷۱). بررسی مورفولوژی و بیولوژی مگس پیاز *Delia antiqua* در کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۳ (۳ و ۴)، ۶۱-۷۲.
- احمدی، روح اله. ۱۳۹۴. بررسی کرم سیر در استان همدان. اولین همایش گیاهان دارویی و داروهای گیاهی. دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۲۴ اردیبهشت.
- اعتباریان، حسن رضا. (۱۳۸۷). بیماریهای سبزی و صیفی و روشهای مبارزه با آنها. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- اکبرپور، وحید؛ قاسمی، کامران؛ و محمدی ازنی، مهدی. (۱۳۹۸). بررسی تاثیر گوگرد و سیلیسیوم بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سیر توده مازند. پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶ (۴)، ۲۶۳-۲۸۱.
- اکبری اوغان، نیما؛ رهنما، کامران؛ حبیبی، رقیه. (۱۴۰۰). اولین گزارش از جداسازی و شناسایی عامل پوسیدگی ریشه و پژمردگی فوزاریومی گیاه سیر از مزارع شهرستان ساری. نشریه علمی پژوهش های حفاظت گیاهان، ۳۵ (۳)، ۱۹۷-۲۰۲.
- اکبری، شیوا؛ کافی، محمد؛ رضوان بیدختی، شهرام. (۱۳۹۵). اثرات تنش خشکی و تراکم کاشت بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی دو اکوتیپ سیر (*Allium sativum* L.). نشریه پژوهشهای زراعی ایران، ۱۴ (۴)، ۶۶۵-۶۷۴.
- باغانی، جواد. (۱۳۸۷). مقایسه اثرات تغییر روش آبیاری شیاری به قطره‌ای بر مقدار و کارایی مصرف آب و عملکرد محصول در زراعت‌های ردیفی. مجله آبیاری و زهکشی، ۲، ۱۱-۱۸.
- بقالیان، کامییز؛ ضیایی، سید علی؛ نقوی، محمدرضا؛ نقدی بادی، حسن علی. (۱۳۸۳). ارزیابی پیش از کشت اکوتیپ‌های سیر ایرانی از نظر میزان آلیسین و خصوصیات گیاهشناسی. فصلنامه گیاهان دارویی، ۴ (۱۳)، ۵۰-۵۹.

- بهادر، محمود؛ ابدالی مشهدی، علیرضا؛ کوچک زاده، احمد؛ لطفی جلال آبادی، امین؛ یوسفیان قهفرخی، حبیب‌الله. (۱۳۹۳). ارزیابی کشت مخلوط سیر (*Allium sativum* L.) با برخی گیاهان دارویی در شرایط آب و هوایی اهواز. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*، ۶ (۳)، ۴۸۸-۴۹۴.
- بهروزین، مهوش؛ حجارود، قربانعلی. (شهریور ماه ۱۳۷۲). بررسی بیماری پوسیدگی سفید سیر در اترقارچ *Sclerotium cepivorum* در استان آذربایجان غربی. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. مقاله منتشر شده در یازدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. (ص. ۱۵۲). رشت: انتشارات دانشگاه گیلان.
- بیات، فریبا. (مهر ماه ۱۳۹۸). اصول نگهداری سیر. همایش انتقال یافته‌های تحقیقاتی سیر، همدان. مقاله منتشر شده در همایش انتقال یافته‌های تحقیقاتی سیر. (ص. ۳۲). همدان: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و آموزش کشاورزی همدان.
- پیری، حلیمه؛ و ابوالفضل، بامری. (۱۳۹۸). برهمکنش مقادیر آب و کودهای آلی و شیمیایی بر بهره‌وری آب گیاه سیر در زهک دشت سیستان. *نشریه پژوهش آب در کشاورزی*، ۳۳ (۲)، ۲۴۹-۲۶۴.
- ترابی، علیرضا؛ اکبری، غلامعلی؛ تجلی، علی‌اکبر. (۱۳۹۷). تاثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی صفات زراعی و ویژگی‌های کیفی گیاه دارویی سیر. *علوم باغبانی ایران*، ۴۹ (۲)، ۴۲۹-۴۴۲.
- توسلی، علیرضا؛ قاسمی، سعید؛ قاسمی گل‌عدانی، کاظم؛ فرهنگی آبریز، سالار؛ بایبوردی، احمد؛ خسروی، هوشنگ. (شهریور ماه ۱۳۹۸). اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی سیر تحت تنش شوری. خلاصه مقالات شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. مقاله منتشر شده در شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران. (<https://civilica.Com/doc/1026906>). زنجان: دانشگاه زنجان.
- حسینی، مصطفی؛ قربانی، رضا؛ بازوبندی، محمد؛ باقری علیرضا. (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی علفکش‌های مختلف در کنترل علف‌های هرز سیر (*Allium Sativum*). *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*، ۹ (۳)، ۴۶۳-۴۷۳.
- حق‌گویی، فتح‌الله. (۱۳۷۷). کنترل بیولوژیکی لارو پروانه کرم سیر *Dyspessa ulula*. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. مقاله منتشر شده در سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران دانشگاه ابوعلی سینا. (ص. ۵۶).
- کرج: آموزشکده کشاورزی.
- حیدری، حسین. (۱۳۶۵). بررسی بیواکولوژی پروانه کرم سیر در همدان، *مجله آفات و بیماری‌های گیاهی*، ۵۴ (۲ و ۱)، ۱-۹.
- خانجانی، محمد. (۱۳۸۸). *آفات سبزی و صیفی ایران*. همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا.
- خدادادی، محسن؛ نصرتی، علی احسان. (۱۳۹۰). اثر تاریخ و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر سفید همدان. *مجله به‌زراعی نهال و بذر*، ۲- ۲۷ (۴)، ۴۹۱-۵۰۰.
- خراط صادقی، شهین؛ رعیت پناه، سیاوش. (۱۳۷۷). معرفی بهترین تاریخ کاشت سیر قرمز در شالیزارهای مازندران بعد از برداشت برنج و در اراضی خشکه. خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. مقاله منتشر شده در پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. (صص. ۵۱۴-۵۱۵). کرج: انجمن زراعت و اصلاح نباتات ایران.
- خواججه‌پور، محمدرضا. (۱۳۷۶). *اصول و مبانی زراعت*. چاپ دوم. اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان.

- دارابی، عبدالستار؛ دهقانی، علی. (۱۳۸۹). بررسی اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و شدت بیماری زنگ در سیر انتخاب شده رامهرمز. *مجله به‌زراعی نهال و بذر*، ۲-۲۶ (۱)، ۴۳-۵۵.
- دارابی، عبدالستار؛ خدادادی، محسن؛ رفیع، محمدرضا؛ دهقانی، علی؛ بهبهانی، لیلا؛ ثابت زنگنه، حسین. (۱۴۰۲). فیزیولوژی، بهنژادی و تولید سیر. کرج: موسسه تحقیقات علوم باغبانی
- دهقانی، علی. (مهر ماه ۱۳۹۸). هم‌افزایی آفت تریپس و بیماری سفیدک کرکی سیر و امکان کاهش بیماری با کنترل بموقع تریپس، همایش انتقال یافته‌های تحقیقاتی سیر. مقاله منتشر شده در همایش انتقال یافته‌های تحقیقاتی سیر. (ص. ۳۴). همدان: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی و آموزش کشاورزی
- دهقانی، علی؛ رفیع، محمدرضا. (شهریور ماه ۱۳۹۱). اثر مقادیر مصرف نیتروژن و فسفر بر بیماری زنگ سیر. خلاصه مقالات بیستمین کنگره گیاهپزشکی ایران. مقاله منتشر شده در بیستمین کنگره گیاهپزشکی ایران. (ص. ۵۰).
- شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
- رضوانی، سید. معین الدین؛ بیات، فریبا؛ نصرتی، علی احسان. (۱۳۹۰). تغییرات برخی ویژگی‌های کمی و کارایی مصرف آب توده سیر سفید همدان در زمان‌های قطع و سطوح مختلف آبیاری. *مجله علمی پژوهشی تحقیقات مهندسی کشاورزی*، ۳ (۱۲)، ۱-۱۴.
- سیدان، سید محسن؛ قدمی فیروزآبادی، علی. (۱۳۹۸). بهره‌وری عوامل تولید محصول سیر در دو سامانه آبیاری بارانی و سطحی در استان همدان. *نشریه آبیاری و زهکشی/ایران*، ۱۲ (۳)، ۸۴۵-۸۵۴.
- سیل‌سپور، محسن. (۱۳۹۸). مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه در زراعت سیر به منظور کاهش نیترات محصول. [نشریه فنی شماره ۵۵۹]. کرج: مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- شریف، قوام الدین؛ ارشاد، جعفر. (۱۳۴۵). فهرستی از قارچ‌های گیاهی/ایران. انتشارات موسسه بررسی آفات و بیماری‌های گیاهی ایران.
- صباحی، حسین؛ مینویی، سعید؛ هومان، لیاقتی. (۱۳۸۵). مقایسه اثرات گیاه پوششی و کود شیمیایی بر عملکرد سیر و وضعیت علف‌های هرز. *علوم محیطی*، ۲۳، ۱۳-۳۲.
- صداقتی، عبدالرضا؛ کافی، محمد؛ رضوان بیدختی، شهرام؛ اکبری، شیوا. (۱۳۹۴). اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی آلیسین دو اکوتیپ گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.). *دوماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر/ایران*، ۳۱ (۶)، ۱۰۲۴-۱۰۳۴.
- عالم خومرام، محمد حسین؛ کشتکار، امیرحسین؛ میرزایی اصل، اصغر. (۱۳۹۸). بررسی تنوع ریخت شناسی و فیزیولوژیکی، و تجزیه علیت عملکرد سوخ و میزان آلیسین توده‌های محلی سیر ایرانی در منطقه همدان. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۳ (۳)، ۴۹۷-۴۸۱.
- عباسیان، ارسطو؛ نخزری مقدم، علی؛ پیردشتی، همت اله؛ غلامعلی پورعلمداری، ابراهیم. (۱۳۹۷). ارزیابی ویژگی‌های کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی سیر (*Allium sativum* L.) و نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) در دو منطقه گنبد کاووس و ساری. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۲۵ (۱)، ۱۰۱-۱۱۷.
- عباسی‌فر، احمد رضا. (شهریور ماه ۱۳۷۹). بررسی سازگاری و تعیین تاریخ کاشت مناسب ارقام انتخاب شده سیر کشور در استان مرکزی. خلاصه مقالات دومین کنگره علوم باغبانی ایران. مقاله منتشر شده در دومین کنگره علوم باغبانی ایران. (ص. ۱۶۱) کرج: آموزشکده کشاورزی.

- عباسی‌فر، احمد رضا؛ دری، حمید رضا؛ اسدی، بهروز. (شهریور ماه ۱۳۸۶). بررسی صفات کمی و کیفی سیر در سه منطقه/استان مرکزی. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. مقاله منتشر شده در پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. (صص. ۷۲-۷۳) شیراز: دانشکده کشاورزی شیراز
- عباسی‌فر، احمد رضا؛ دشتی، فرشاد؛ چهرگانی، عبدالکریم. (۱۳۹۴). بررسی گلدهی و باروری دانه گرده در همگروه‌های سیر ایرانی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۵ (۱۶)، ۱۵۲-۱۴۳.
- عباسی‌فر، احمد رضا؛ دشتی، فرشاد؛ (۱۳۹۴). مطالعه ارتباط بین صفات مورفولوژیک با گل دهی در همگروه‌های سیر ایرانی. مجله علوم باغبانی/ایران. ۶۴ (۱)، ۷۵-۶۳.
- عزیزی، الهام؛ اسدی، قربانعلی؛ قربانی، رضا؛ خرم دل، سرور. (۱۳۹۸). اثر الگوی کشت و سطوح مختلف کود دامی بر شاخص های رقابتی و عملکرد سیر (*Allium sativum* L.) و اسفناج (*Spinacia oleracea* L.). نشریه پژوهش های تولید گیاهی، ۲۳ (۱)، ۱۹۹-۲۱۳.
- علی احمدی، حمزه؛ حسین. روحانی‌نژاد. (آبان ماه ۱۳۸۴). بررسی اثر فاصله ردیف و بوته کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر رقم مازند. خلاصه مقالات چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران. مقاله منتشر شده در چهارمین کنگره علوم باغبانی ایران. (صص ۳۳۳-۳۳۴) مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.
- علیزاد، لیلا؛ آقایی، کیوان؛ معرفت، مصطفوی‌راد. (۱۳۹۷). اثر کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر رشد و صفات فیزیولوژیک سیر (*Allium sativum* L.) در گیلان. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۵ (۳)، ۵۵-۶۷.
- قائم‌زاده، فهیمه؛ دشتی، فرشاد؛ شافعی‌نیا، علیرضا. (۱۳۹۷). بررسی الگوی بیان ژنهای AsFT و gaLFY در فرایند تکامل زایشی در اندامهای مختلف برخی از همگروه‌های سیر ایرانی. علوم باغبانی/ایران، ۴۹ (۱)، ۲۶۹-۲۷۸.
- قدمی فیروز آبادی، علی؛ نصرتی، علی احسان؛ دهقانی سانیچ، حسین؛ جعفری، علی محمد؛ و بهراملو، رضا. (۱۳۹۷). مقایسه فنی و اقتصادی دو سیستم آبیاری قطره‌ای نواری و نشتی و سطوح مختلف ازت بر میزان عملکرد و کارایی مصرف آب. نشریه آبیاری و زهکشی، ۱۲ (۲)، ۲۸۳-۲۹۲.
- محضری، سبجان؛ باغستانی، محمد علی. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر مدیریت شیمیایی بر جمعیت علفهای هرز، خصوصیات زراعی و عملکرد سیر (*Allium Sativum* L.) در استان مازندران. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱ (۴)، ۵۵۸-۵۶۷.
- محضری، سبجان؛ باغستانی، محمد علی. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر مدیریت شیمیایی بر جمعیت علفهای هرز، خصوصیات زراعی و عملکرد سیر (*Allium Sativum* L.) در استان مازندران. نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱ (۴)، ۵۵۸-۵۶۷.
- محبی‌سنی، عبدالامیر. (شهریور ماه ۱۳۸۱). زیست‌شناسی مگس سیر *Delia sp.* و اهمیت آن در شهرستان طارم. خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. مقاله منتشر شده در پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. (ص. ۱۱۹) کرمانشاه: دانشگاه رازی.
- مشهدی جعفرلو، اصغر. (۱۳۸۵). تأثیر دور آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن و گوگرد بر عملکرد سیر. پایان نامه کارشناسی ارشد منتشر نشده دانشگاه زنجان، دانشکده کشاورزی، گروه خاک‌شناسی.
- مطلبی‌فرد، رحیم. (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب سیر در شرایط مختلف آبیاری و کود نیتروژن. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۲۹ (۴)، ۴۶۵-۴۸۲.

مطلبی‌فرد، رحیم؛ بیات، فریبا. (۱۳۹۸). تاثیر عناصر روی و منگنز بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی سیر سفید همدان. *تحقیقات کاربردی خاک*، ۷(۲)، ۱۲۳-۱۴۳.

ملافیلابی، عبدالله؛ خرم‌دل، سرور؛ شوریده، هادی. (۱۳۹۱). اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و انواع بستر کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیر (*Allium sativum L.*). *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی*، ۴(۴)، ۳۱۶-۳۲۶.

موسوی، زکیه؛ احمدیان، احمد؛ کاوه، حامد؛ سالاری، امیر. (۱۳۹۷). تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود ورمی کمپوست بر عملکرد، اجزای عملکرد و آلیسین گیاه سیر. *نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، ۲۵ (۱)، ۲۱۵-۲۲۷.

مهدیزاده نراقی، رازک؛ ظفری، دوستمرد؛ زمانی‌زاده، حمیدرضا؛ ارجمندیان، امیر. (۱۳۸۶). شناسایی عوامل بیماریزای قارچی سیر در استان همدان. *پژوهش کشاورزی. آب، خاک و گیاه در کشاورزی*، ۷ (۳)، ۱۱-۲۳.

میراب بالو، مجید. (۱۳۹۵). شناسایی گونه‌های تریپس مزارع سیر استان همدان و تعیین گونه‌ی غالب. *نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۰ (۲)، ۲۰۹-۲۱۸.

میرزایی، یداله؛ علوی سینی، سید محمد؛ و یاراحمدی، سعید. (۱۳۹۹). تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و اکوتیپ سیر کرمان (*Allium sativum L.*) در جنوب کرمان. *نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی*، ۳۳ (۳)، پی‌بند ۱۲۸، ۷۳-۹۴.

ناعمی، ابراهیم؛ سروری، سوفیا؛ باقری لمراسکی، حسن. (۱۳۹۶). اثر فاصله کاشت و ردیف بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد گیاه سیر (*Allium sativum L.*) در شرق استان مازندران. *فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی*، ۱۲ (۴)، ۲۵-۳۲.

نجفی، شمس‌اله؛ جعفری، حسین؛ شرزه‌ای، عباس؛ امینیان، حشمت‌اله. (شهریور ماه ۱۳۹۵). بررسی مزرعه‌ای/بیماری زنگ سیر در منطقه طارم. خلاصه مقالات بیست و دومین کنگره گیاهپزشکی ایران. مقاله منتشر شده در بیست و دومین کنگره گیاهپزشکی ایران. (ص. ۴۱). کرج: دانشگاه تهران.

نصرتی، علی احسان. (۱۳۸۳) بررسی اثر روش کاشت، تراکم بوته و اندازه سیرچه‌های بذری بر عملکرد کمی سیر همدان. *مجله نهال و بذر*، ۳۰ (۲)، ۴۰۱-۴۰۴.

وفایی، یاور؛ دشتی، فرشاد؛ مردی، محسن؛ ارشادی، احمد. (۱۳۸۸). بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های سیر ایرانی با استفاده از صفات مورفولوژیک و نشانگرهای مولکولی AFLP. *مجله علوم باغبانی/ایران*، ۴۰ (۱)، ۱۳-۲۲.

یوسفی، علی‌رضا؛ قاضی‌خانلو، یوسف؛ عمارلو، علی؛ صراف معیری، حمیدرضا. (۱۳۹۷). اثر تداخل علفهای هرز بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد توده‌های سیر (*Allium sativum L.*) در کشت ارگانیک. *مجله دانش علفهای هرز*، ۱۴ (۱)، ۳۳-۴۲.

Akbarpour, A., Kavoosi, B., Hosseinifarahi, M., Tahmasebi, S., & S. Gholipour. (2021). Evaluation of yield and phytochemical content of different Iranian garlic (*Allium sativum L.*) ecotypes. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 8 (4), 385-400.

Alizadeh, M., Vasebi, Y., & Safaie, N. (2020). Microbial antagonists against plant pathogens in Iran: A review, *Open Agriculture*, 5: 404-440.

Amini, J., Babaei, N., Soleimani, M. J., & Harighi, B. (2013). Survey of *Bacillus* spp. Isolates for biological control of white rot of garlic caused by *Sclerotium Cepivorum* under in Vitro and greenhouse conditions. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, 253-262.

- Anjomshoaa, A., Jafary, H., Hassandokht, M.R., Taheri, M., & Abdossi, V. (2019) Study on genetic diversity of resistance to the rust in Iranian garlic clones (*Allium sativum* L.) using NBS profiling technique, *Journal of Plant Molecular Breeding*, 7 (1), 93 -100.
- Brewster, J. L. 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. 2nd edition. CABI, UK.
- Etoh, T., & Simon, P. W. (2002). Diversity, fertility and seed production of garlic In: Rabinowitch, H. D. and L. Currah (Eds.), *Allium crop science: recent advances*. (pp. 101- 117). CAB International, Wallingford, UK.
- FAO STAT. (2023). fao.org/faostat/en/#data/QC Retrieved, April, 2023.
- Mirab-balou, M. (2016). Identification of thrips species on garlic fields in Hamedan province and determination of dominant species. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 30(2), 209-218.
- Ourouadi, S., Moumene, H., Zaki, N., Boulli, A., Ouattmane, A., & Hasib, A. (2017). Garlic (*Allium Sativum* L.): A source of multiple nutraceutical and functional components (Review). *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences. Section B: Biological Sciences*, 7 (1), 9-21.
- Perez, N. K., Market, N. K., Zekeli S., & Zorb, C. (2018). Quality aspects in open- pollinated onion varieties from western. *European Journal of Applied Botany and Food Quality*, 91, 69-78.
- Shah Murad, S., Khalid Niaz, K., Ali, A., & Aslam, A. (2018). Ginger and onion: new and novel considerations. *Pharmacy & Pharmacology International Journal*, 6 (1), 49–52.
- Shahraeen, N. (1998). Identification of three elongated viruses from *Allium* species in Tehran province. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 34 (1), 37-38.
- Shahraeen, N., Lesemann, D. E., & Ghotbi, T. (2008), Survey for viruses infecting onion, garlic and leek crops in Iran. *EPPO Bulletin*, 38, 131–135.
- Sharifi, k., Sheykhi, S., & Maghami, E. (2021). First report of garlic leaf blight caused by *Stemphylium vesicarium* in Iran. *Journal of Plant pathology, Disease Note*, 103, 1007.
- Zafari, D., & Mahdizadeh Naraghi, R. (2008). *Embellisia allii*, a new record for mycoflora of Iran. *Rostaniha*, 9(2), 114-115.

Results of Garlic (*Allium sativum* L.) Researches in Iran- A Review

Darabi, A.,¹ Rafie, M. R. and Dehghani, A.^{2,3}

Garlic ranks second among *Allium* crops after onion in regard to production. The highest percentage of dry matter in vegetables belong to garlic. Recommended cultivation dates varied from early September to early November depending on climatic conditions and clones in different regions of Iran. Although some Iranian garlic clones are bolting types, their pollens are sterile and do not produce seed. Application of over dose nitrogen increased garlic rust disease and decreased qualitative characters of bulb. In drip irrigation system amount of water supply was lower but water use efficiency was higher than surface irrigation system. The productivity of all production factors included water, seed (clove), fertilizer and poisonous chemical (chemical control) in sprinkler irrigation system, were significantly higher as compared with surface irrigation system. In intercropping of garlic with Spinach, fleawort, marigold and fenugreek land equivalent ratio index was higher than unity so that usefulness the intercropping of garlic with these crops was confirmed. Oxyfluorfen herbicides control weeds in garlic farms. Garlic rust is the most important disease of garlic in Iran.

Key words: Bolting type, Clove, Storability.

1. Corresponding Author: darabi6872@yahoo.com

2. Associate Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Soil and Water Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz and Plant Protection Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, respectively.

چارچوب رویکرد همبست آب-انرژی-غذا برای امنیت منابع طبیعی^۱

شاهرخ زندپارسا^۲ و علیرضا سپاس‌خواه^۳

چکیده

در مقاله حاضر، چگونگی تکامل همبست آب-انرژی-غذا^۴ از شروع تا شناخته‌شدن در سیاستگذاری و توسعه آن از سال ۲۰۱۱ بررسی شد. کاربرد چارچوب همبست آب-انرژی-غذا نتایج سودمندی مانند توسعه پایدار و همچنین بهینه‌سازی تخصیص آب، انرژی و زمین را به دنبال دارد. البته، اگر قرار باشد به‌طور گسترده به کار برده شود با چالش‌هایی مانند زیادی شمار قانون‌های حقوقی و بوروکراسی اداری روبه‌رو می‌شود. همچنین، موضوع امرار معاش و عدالت اجتماعی از مهمترین کاستی‌هایی آن است که اغلب در ارزیابی‌ها منظور نمی‌شود. البته، اگر از نظر علمی همبست آب-انرژی-غذا به‌طور کامل اجرا شود، می‌تواند به بهره‌مند شدن همه جامعه بیانجامد. برای جذابیت آن به ویژه از نظر «اهداف توسعه پایدار» باید آن را برای رسیدن به امنیت منابع برای همه گروه‌های اجتماعی به کاربرد. این روش باید حفظ همزمان محیط‌زیست و عدالت اجتماعی را به رسمیت بشناسد. همچنین، باید به نظرهای حکمرانی در رابطه با چارچوب همبست آب-انرژی-غذا توجه شود. در پایان مقاله، تأثیر بالقوه واکاوی همبست آب-انرژی-غذا در کمک به دستیابی به هدف‌های توسعه پایدار بررسی شده است و نیز نتایج شش بررسی موردی به ترتیب در سطح بین‌المللی و ملی در زمینه‌های مختلف آب، انرژی و غذا ارائه و واکاوی شده است.

واژه‌های کلیدی: امنیت منابع، توسعه پایدار، حکمرانی منابع طبیعی، عدالت اجتماعی.

مقدمه

نیم قرن پیش (Meadows et al., 1972) هشدار دادند که اگر رشد جمعیت دنیا، صنعتی شدن، آلودگی محیط‌زیست، تولید غذا و برداشت از منابع طبیعی به همین روال ادامه یابد، برداشت‌ها تا یک صد سال در کره زمین، به سقف غیرمجاز خواهد رسید. سه دهه بعد، این پژوهشگران بیان کردند که رشد اقتصاد جامعه‌های بشری از حدود نگران‌کننده‌ای فراتر رفته و این وضعیت در دهه‌های آینده تشدید خواهد شد (Meadows et al., 2004). چند سال بعد از هشدار دوم، میانگین قیمت جهانی غذا به طور قابل توجهی افزایش یافت به‌طوری که بخش زیادی از جمعیت دنیا نمی‌توانستند نیازهای غذایی خود را تأمین کند (Mohtar & Daher, 2012). این افزایش قیمت مواد غذایی نمایانگر رشد مصرف بیش از حد منابع طبیعی بوده‌است (Ringler et al., 2013) و طبیعت محدود و جایگزین‌ناپذیر آب شیرین نیز در دهه اول قرن ۲۱ بر

علت‌ها افزود. نشست اقتصاد جهانی در سال ۲۰۱۱ در انتشارات خود با عنوان «امنیت آب: همبست آب- غذا- انرژی- اقلیم» نشان داد که در بسیاری از جاهای دنیا، قیمت آب کم است و منابع آب زیرزمینی کاهش یافته است و برخلاف انرژی، برای آب گزینه جایگزین دیگری نیست (Waughray & Workman, 2011).

پیش‌بینی‌ها نشانگر این است که نیاز جهانی به منابع طبیعی روی سیاره زمین «گرم، گرسنه، شلوغ و با تبخیر شدید» به شدت افزایش می‌یابد. تخمین شورای آینده نگری ملی^۱ نشان می‌دهد که رشد نیازهای غذایی، آب و انرژی تا سال ۲۰۳۰ به ترتیب ۳۵، ۴۰ و ۵۰٪ خواهد بود (Waughray & Workman, 2011). این افزایش‌ها به خاطر افزایش جمعیت، شهرنشینی و افزایش ۳ میلیاردی جمعیت در قشر متوسط جامعه تا سال ۲۰۳۰ می‌باشد (WWF & SABMiller, 2014). افزون بر این، نیاز معیشتی ۱ میلیارد قشر کم برخوردار جمعیت جهان با فقر غذایی و بدون دسترسی به برق و آب آشامیدنی پاکیزه، باید تأمین شود (IRENA, 2015). مسئولین جهانی در موقعیت‌های مختلف (سال ۲۰۱۱) هشدار داده‌اند که در بین مسئله‌های مهم جهانی، همبست آب-انرژی-غذا بزرگترین چالش بشر می‌باشد که باید بین دانشگاهیان، تصمیم‌گیران، موسسه‌های توسعه ملی و بین‌المللی و کشورهای همکار بیشتر توجه شود.

پرسش‌ها و بحث‌های متداول

در این مقاله، نخست معنی و مفهوم واژه همبست آب-انرژی-غذا بررسی می‌شود. سپس، واکاوی می‌شود تا نشان دهد که آیا این روش رویکردی منحصر به فرد است یا این‌که همان چارچوب‌های قدیمی است که با بسته‌بندی جدید ارائه می‌شود. در مرحله بعدی چالش یکپارچه‌سازی و بهینه‌سازی بخش‌های مختلف آب-انرژی-غذا به همراه سر به سر شدن اقتصادی و هم‌افزایی با ارایه نتایج بررسی‌های موردی بین المللی و ایرانی دنبال می‌شود. پس از آن، انتقاد کلیدی، عبارت «آیا هدف‌های امنیت منابع به امرار معاش طبقه‌های فقیر جامعه و حفظ محیط‌زیست می‌انجامد یا نه؟» بررسی می‌شود. سرانجام، سودمندی‌های حاصل از واکاوی همبست آب-انرژی-غذا در مورد توسعه سیاست‌گذاری و حکمرانی‌های مناسب بررسی می‌شود.

مفهوم همبست آب-انرژی-غذا چیست؟

همبست به معنی ارتباط دادن است و در مفهوم دقیق‌تر، برهمکنش بین دو یا چند بخش به هم وابسته یک سیستم را نشان می‌دهد. بنابراین، واژه همبست آب-انرژی-غذا عبارت از ارتباط (پیوند) بین این سه عامل است؛ به‌طوری‌که مدیریت آن‌ها موجب هم‌افزایی، رفع تقابل و/یا سر به سر شدن منابع طبیعی بشود (Shannak et al., 2018). این واژه به‌اندازه‌ای پیچیده است که برخی از کشورهای در حال توسعه حتی از مفهوم آن با خبر نیستند. همچنین بسته به این‌که این واژه در چه زمینه‌ای از منابع طبیعی به کار برده شود، ترتیب این ۳ منبع متفاوت می‌شود. برای نمونه، بخش تولید انرژی آن را همبست انرژی-آب-غذا، بخش هیدرولوژی آن را همبست آب-انرژی-غذا و بخش کشاورزی آن را همبست غذا-انرژی-آب می‌نامند.

امنیت آب، غذا و انرژی بدون کاهش منابع به‌عنوان چالشی بزرگ شناخته می‌شود. از این رو، از یک دهه پیش سازمان ملل متحد مجموعه‌ای به نام «هدف‌های توسعه پایدار»^۲ را با هدف دستیابی به توسعه پایدار درازمدت در جامعه‌های انسانی برای تضمین فراهم شدن غذا، آب و انرژی برای نسل‌های آینده در دستور کار قرار داد. در پیوند آب-انرژی-غذا، تلاش می‌شود تا تعادل بین هدف‌های مختلف، منافع و نیازهای مردم و محیط‌زیست از راه مدل‌سازی‌های کیفی و کمی به‌صورت

یکپارچه برای توسعه پایدار برقرار شود. یکی از روش‌های تعیین کمیت رابطه ذاتی بین آب-انرژی-غذا، بهره‌گیری از توابع توزیع مشترک می‌باشد (Shannak et al., 2018).

به خاطر تغییرها در ترتیب اصطلاح همبست آب-انرژی-غذا، نوع رویکرد اصولی واکاوی الگوی همبستگی به هدف‌های پژوهشگران و تصمیم‌گیران بستگی پیدا می‌کند. همچنین، برخی از پژوهشگران بر این باورند که اصطلاح همبست آب-انرژی-غذا برای پژوهشگران مختلف، معنی متفاوتی دارد. برای برخی، معنی آن خیلی محدود است؛ به شیوه‌ای که نوسان‌های اقلیمی و حفظ محیط‌زیست را شامل نمی‌شود، اما برخی آن را به طور گسترده‌تر می‌بینند؛ به گونه‌ای که در آن اقتصاد سبز، کاهش فقر و امنیت منابع جهانی را در نظر می‌گیرند. در نشست جهانی اقتصاد، همبست آب-انرژی-غذا را به معنی «امنیت آب» در نظر گرفتند (FAO, 2012a). برخی از پژوهشگران در آن موردهای دیگری مانند پایداری، اقتصاد سبز، سر به سر شدن منابع، امرار معاش، نوسان‌های اقلیمی، بهینه‌سازی، مدل‌سازی یا کمبود منابع را وارد کردند (FAO, 2012a). در سال‌های نخست معرفی همبست آب-انرژی-غذا، توجه اصلی بر امنیت منابع بود، اما بعد کاربرد آن گسترده شد، به گونه‌ای که روی همبستگی‌ها و یکپارچگی برای مدیریت پایدار منابع متمرکز شدند.

آیا اصول همبست آب-انرژی-غذا ایده جدیدی است؟

برخی از پژوهشگران جدید بودن ایده همبست آب-انرژی-غذا را زیر سؤال برده‌اند (Wichelns, 2017). سازمان خواربار جهانی (FAO, 2014) این پرسش را مطرح کرده است که آیا این ایده همان نظریه‌های پیشین است که در قالب جدیدی ارایه شده است یا این که برای توسعه پایدار ایده جدیدی است. همچنین، این سازمان می‌گوید آیا در همبست آب-انرژی-غذا تنها ۳ بخش آب-انرژی-غذا وارد می‌شود یا این که اجزای دیگری مانند نوسان‌های اقلیمی، حفاظت محیط زیست، حفاظت زمین‌ها، حکمرانی، شهرنشینی، هدررفت منابع یا امرار معاش باید وارد شود. در ادامه بیان شد که در فلسفه همبستگی بسیاری از ایده‌ها مطرح در راهبردهای پیشین وجود داشته است (Benson et al., 2015). زمانی که توسعه پایدار پیشنهاد شده بود، در آن رشد جمعیت، امنیت غذایی، انرژی، حفاظت محیط زیست، آمایش سرزمین و توسعه شهرنشینی به هم ارتباط داده شده بودند و نمی‌شد یکی از آن‌ها را بدون دیگری در نظر گرفت. اگر ایده همبست چیزی نو نیست، پس چرا این همه مورد توجه سازمان‌هایی مانند سازمان ملل متحد، نشست اقتصاد جهانی و صندوق جهانی برای منابع طبیعی قرار گرفته است. (Wichelns, 2017) بر این باور است که ایده همبستگی به منظور در نظر گرفتن تأثیر نوسان‌های اقلیمی بر امنیت آب، انرژی و غذا می‌باشد. پژوهشگران بر این باورند که بخش‌های سه‌گانه همبست، زیر تأثیر نوسان‌های اقلیمی قرار دارند و عکس آن هم ممکن است که نتایج این ۳ عنصر روی نوسان‌های اقلیمی مؤثر باشد.

از نظر حکمرانی آب، چارچوبی در اوایل دهه ۱۹۹۰ تهیه شد که همان مدیریت یکپارچه منابع آب^۱ بود. به خاطر واکاوی یکپارچه بخش‌های مختلف منابع، این چارچوب در واقع همان توسعه پایدار بود که سازمان ملل متحد این چارچوب را به عنوان هدف توسعه هزاره سوم مطرح کرد. البته، برخی از پژوهشگران بر این باورند که مدیریت یکپارچه منابع آب به تنهایی کافی به نظر نمی‌رسد. از این رو، برخی از پژوهشگران عنوان می‌کنند که چارچوب همبست آب-انرژی-غذا نوآوری‌هایی مانند یکپارچه‌سازی جامع سیاستگذاری در بخش‌های مختلف (آب-انرژی-غذا) دارد که آن را به چارچوب مدیریت یکپارچه منابع آب برتری می‌بخشد (Benson et al., 2015; Karian, 2017).

پژوهشگران متعددی گفته‌اند که وضعیت بین رشته‌ای رویکرد همبست آب-انرژی-غذا جدید نیست. دلیل اصلی ارجحیت چارچوب همبست این سه منبع بر چارچوب مدیریت یکپارچه منابع آب این است که چارچوب همبست، چند لایه است و هرکدام از بخش‌ها دارای اهمیت یکسانی هستند، اما در چارچوب مدیریت یکپارچه منابع آب عنصر آب اهمیت اصلی را دارد (Owen et al., 2018). Cai et al. (2018) بر این باورند که همبست آب-انرژی-غذا را بهره‌وران، به ویژه در بخش کشاورزی و انرژی، بیشتر قبول دارند.

ارتباط بین همبست آب-انرژی-غذا و مدیریت جامع و پایدار منابع آب

مدیریت پایدار منابع آب می‌تواند موجب حفاظت زیست‌بوم، نگهداشت گوناگونی زیستی و سلامت آن بشود. این عامل‌های برای در دسترس بودن درازمدت خدمات‌های زیست‌بوم لازم است و برای فعالیت‌های کشاورزی، تولید انرژی و سلامتی کلی محیط زیست حیاتی می‌باشند (Biggs et al., 2015). بنابراین برای تمرکز بر مدیریت پایدار منابع آب در ایران، نخستین گام لازم، برنامه آب-انرژی-غذا می‌باشد. این برنامه اساس استواری برای نگرش جامع می‌باشد که در آن همبستگی و هم‌افزایی بین سیستم‌های آب، انرژی و غذا در نظر گرفته شده و موجب نتایج پایدار و تاب‌آور می‌شود. از آنجایی که آب از نخستین منابع برای تولید آسان انرژی و غذا می‌باشد، مدیریت پایدار منابع آب برای رسیدن به پایداری درازمدت و تاب‌آوری در سیستم آب-انرژی-غذا، بسیار اساسی است. ایران با چالش‌های بزرگی در مدیریت منابع آب از جمله کمبود آب و استفاده بیش از حد از منابع آب شیرین روبه‌رو می‌باشد. با تمرکز بر مدیریت پایدار منابع آب، ایران می‌تواند با این چالش‌ها رویارویی کرده و پایه‌های محکمی برای مدیریت جامع و پایدار در سیستم آب-انرژی-غذا بنا نهد.

جامع‌نگری و بهینه‌سازی همبست آب-انرژی-غذا

برخی از منتقدان بر این باورند که واکاوی یک بخش از منابع به اندازه کافی پیچیده می‌باشد. بنابراین، واکاوی هر ۳ منبع کار را دشوارتر می‌سازد (Simpson & Jewitt, 2019). برای نمونه، واکاوی مدیریت منابع طبیعی و مدیریت منابع آب خیلی موفق نبود، زیرا اهمیت بخش اجرایی را دستکم گرفته و همچنین بیشتر واکاوی‌های هیدرولوژیک در حوضه آبریز انجام شده است. در حالی که، (Abdullaev & Rakhmatullaev, 2016) بر این باورند که نگرش همبست آب-انرژی-غذا این چالش مدیریت یکپارچه منابع آب را بر طرف می‌کند، چون زیادی قوانین حقوقی و دیوان سالاری موجود در چرخه حکمرانی و سیاستگذاری را کنار می‌زند (Belinskii, 2015). باید در نظر داشت که روش همبست آب-انرژی-غذا در اجرا پیچیدگی‌هایی دارد، اما در برخی از کشورها بر پایه مدل‌های رایانه‌ای به کار برده شده است. به هر حال، در همه‌جا از ۱ مدل یکسان نمی‌توان استفاده کرد و باید این مدل‌ها را بومی‌سازی و زمینه‌سازی کرد. نمونه‌ای از این بومی‌سازی و زمینه‌سازی مدل برای همبست آب-انرژی-غذا در سطح پایین‌تر از سطح ملی در بخش بعدی ارائه شده است.

چالش دیگر همبست آب-انرژی-غذا در فرایندهای جهانی‌سازی ایجاد می‌شود. جریان آزادسازی تجارت جهانی به معنای این است که بر همکنش آب-انرژی-غذا پیچیده می‌باشد، زیرا با تبادل تولیدهای کشاورزی از مرزهای بین‌المللی، آب به صورت مجازی از مرزها عبور می‌نماید (Bogardi et al., 2012). افزون بر این، کشورهای توسعه‌یافته مانند انگلستان و ایتالیا برای حفظ منابع اساسی خود برنامه استفاده از منابع کشورهای در حال توسعه مانند گینه، سیرالئون و موزامبیک را در پیش گرفتند و از منابع آب، انرژی تولید می‌کنند و از زمین‌های این کشورها برای تولید سوخت زیستی و غذا بهره‌گیری می‌کنند. در این برنامه، نکته قابل توجه این است که برای این کشورهای در حال توسعه، بیماری‌های تغذیه‌ای

و کمبود منابع آب مشکل اقتصادی به بار آورده است. شوربختانه، کشورهای غنی برای حفظ منابع خود در مقیاس جهانی حفاظت از منابع طبیعی کشورهای فقیر را در نظر نگرفته‌اند و تنها به فکر حفاظت از منابع طبیعی خود هستند. کمی کردن انتقال آب مجازی بین ملت‌ها و منطقه‌های تنها چالش علمی موجود نیست، اما همبست آب-انرژی-غذا به هزاران داده مرتبط می‌شود که برای واکاوی برهمکنش آن‌ها لازم است با روش‌های مختلف اندازه‌گیری شوند که هر کدام واحدهای اندازه‌گیری مربوط به خود را دارند. افزون بر نیازهای داده‌ای، واکاوی‌ها در مقیاس‌های مکانی (واکاوی در سطح ۱ شهر، حوضه آبریز، ملی، منطقه و یا جهانی) و زمانی متفاوت خواهد بود. از نظر زمانی بررسی‌ها در مقیاس آبی یا دوره زمانی ۱ ماه یا ۱ سال انجام می‌شود. چالش دیگر جستجو برای حالت بهینه همبست آب-انرژی-غذا است که در آن پژوهشگران به دنبال رسیدن به حالت تعادل هستند؛ در حالی که موردهای محیط زیستی، نوسان‌های اقلیمی و کاهش فقر را در نظر نمی‌گیرند.

برنامه همبست آب-انرژی-غذا و امنیت منابع و اهداف توسعه پایدار

برای این که امنیت منابع برای همه به طور پایدار حاصل شود، سلامت خدمات‌های زیست‌بوم و منابع پایه آن باید حفظ شود، درحالی که دسترسی به منابع گسترش می‌یابد. برای این منظور، هدف‌های توسعه پایدار به طور مستقیم یا غیرمستقیم به غذا ارتباط پیدا می‌کنند. گروهی از پژوهشگران (Rockstrom & Sukholev, 2016) این نظر را مطرح کرده‌اند که هدف‌های رفع فقر و گرسنگی نیاز به برابری انسان‌ها، اشتغال کافی و کاهش نابرابری دارد. همچنین، دیگر پژوهشگران بر این باورند که در واکاوی همبست آب-انرژی-غذا، امرار معاش و حفظ محیط زیست باید همزمان در نظر گرفته شود. دیگران بر این باورند که هرچند همبست آب-انرژی-غذا سودمندی‌های کلیدی دارد، اما محیط زیست را به عنوان زیرساختی جایگزین‌ناپذیر در نظر نمی‌گیرد. چالش اصلی این است که باید سیاست‌هایی اتخاذ شود تا پایداری منابع آب، انرژی و غذا را نگه دارد و همزمان، دسترسی همه جامعه را به آن‌ها فراهم سازد و این امر نیاز به اولویت دادن به حفاظت از محیط زیست است.

حکمرانی در ارتباط با همبست آب-انرژی-غذا

نبود تمرکز حکمرانی، عنصر مهم در بحث‌های همبست آب-انرژی-غذا می‌باشد. همبست آب-انرژی-غذا شامل محدوده وسیعی از سیستم‌های خصوصی و عمومی است که عرضه و تقاضای آن‌ها را مدیریت می‌کند. ایجاد دسترسی به منابع آب بهتر، امکانات بهداشتی و تامین الکتریسیته از نظر بسیاری از شهروندان به عنوان سنجش حکمرانی خوب است و در هدف‌های توسعه هزاره سوم و هدف‌های توسعه پایدار نیز منعکس شده است. حکمرانی مؤثر برای همبست آب-انرژی-غذا هنگامی رخ می‌دهد که یکپارچه‌سازی بخش‌های مختلف منابع به طور مؤثر دنبال شود، به گونه‌ای که هم‌افزایی بین موجودیت آب، تولید انرژی و غذا افزایش یابد، درحالی که باید سر به سر شدن اقتصادی مدیریت و رویارویی احتمالی رفع شود. نمونه‌ای از مدیریت سر به سر شدن همبست آب-انرژی-غذا و رفع رویارویی احتمالی بین المللی در بررسی موردی زیر تشریح شده است. گرچه نگرش همبست آب-انرژی-غذا از سال ۲۰۱۱ سرعت بیشتری گرفته است، اما به طور گسترده در برنامه‌ریزی‌های توسعه‌ای و سیاستگذاری به کار گرفته نمی‌شود.

پژوهشگران گزارش می‌کنند که فلسفه همبست آب-انرژی-غذا به تدریج جزء مهمی از برنامه توسعه کشورها شده و سبب هم‌افزایی بین مرزهای منطقه‌ای می‌شود، اگرچه در برخی از کشورها هنوز رویکرد همبست آب-انرژی-غذا در سطح

ملی عملی نشده است. پیش از درگیر شدن با فعالیت‌های بین‌المللی، لازم است هر کشوری، حکمرانی سازمانی برنامه همبست آب-انرژی-غذای خود را توسعه دهد.

از نظر حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا برای گستردگی مکانی، برخی از پژوهشگران به سرعت گسترش شهرها در جهان اشاره کرده و پیشنهاد می‌کنند که همبست آب-انرژی-غذا می‌تواند در شهرها به کار گرفته شود. آن‌ها همچنین بیان می‌کنند که نگرش همبست آب-انرژی-غذای شهرنشینی بخشی از حرکت به سمت مدیریت یکپارچه می‌باشد و «شهر هوشمند» اصلی‌ترین بخش پویای آن می‌باشد.

مورد دیگری که به حکمرانی همبست آب-انرژی-غذا وابسته است، هدررفت منابع است. برخی از پژوهشگران بیان می‌کنند که ممکن است با رویکرد همبست آب-انرژی-غذا بتوان منابع آب، انرژی و غذای بیشتری را به طور پایدار تأمین و مصرف کرد. همچنین، آن‌ها پذیرفته‌اند که با کاهش تقاضا می‌توان این سه منبع کلیدی را مدیریت کرد (FAO, 2012a).

گفتگوی بهره‌وران (مشارکت مردمی)

زمینه‌های عملی واکاوی همبست آب-انرژی-غذا یعنی «مستندها»، «توسعه روایت‌ها» و «گزینه‌های پاسخگویی» می‌تواند از راه گفتگوهای بهره‌وران انجام شود. گفتگوهای بهره‌وران در بهترین شرایط می‌تواند به ایجاد هدف‌های روشن برسد و به استفاده‌های آن‌ها از منابع طبیعی کمک کند که موجب کم کردن تفاوت‌ها می‌شود. این گفتگوها به افزایش آگاهی از طبیعت به هم پیوسته منابع جهانی کمک نموده و زمینه مشترکی را بین آن‌ها ایجاد می‌نماید. همچنین، برای به دست آوردن اطلاعات مربوطه در سطح‌های پایین، دخالت بهره‌وران لازم است. سرانجام، گفتگوی بهره‌وران به ایجاد احساس تملک میان آن‌ها و فرآیندهای تصمیم‌گیری در قانون‌گذاری کمک می‌نماید.

گفتگوی بهره‌وران فرایندی مستمر است که در سطح‌های منطقه‌ای، ملی، محلی یا گروهی انجام می‌شود و همچنین به مسئله‌هایی مانند ارزیابی سیاست‌های ملی همبست آب-انرژی-غذا و یا به چگونگی تصمیم‌گیری در مورد دخالت در مسئله‌ای مرتبط می‌شود. حدی که بهره‌وران در این گفتگو شرکت می‌کنند و یا در این فرایند درگیر می‌شوند، به مقدار زیادی از کمینه تبادل اطلاعات تا تصمیم‌گیری و عمل کردن تغییر می‌نماید (FAO, 2012a).

نمونه‌هایی از رویکرد همبست آب-انرژی-غذا در دنیا

نمونه‌های بررسی موردی ارزیابی منطقه‌ای همبست آب-انرژی-غذا در کشورهای مختلف در زیر آورده شده‌اند:

بررسی موردی ۱ (Simpson & Jewitt, 2019) - استان مامالانگا^۱ در آفریقای جنوبی قطب انرژی این کشور می‌باشد. این استان منبع مهم ذغال سنگ می‌باشد و بیشترین نیروگاه‌های سوخت فسیلی در آن‌جا قرار دارند. از سوی دیگر، آفریقای جنوبی تنها ۱/۵٪ از زمین‌های قابل کشت درجه یک جهان را برای تولید محصول‌های پردرآمد دارد که ۴/۴٪ آن در استان مامالانگا قرار دارد. توسعه معادن ذغال سنگ به‌ویژه معادن روسطحی به تدریج از زمین‌های درجه یک برای کشت و کار می‌کاهد. بنابراین، توسعه این نیروگاه‌ها، امنیت غذایی آفریقای جنوبی را به خطر انداخته است. در آفریقای جنوبی نشان داده شده است که اگر قرار باشد کشور به سمت آینده‌ای با تولید گازهای گلخانه‌ای کمتر و پایداری محیط زیست حرکت کند، باید سیاستگذاری‌های مربوط به سرعت بخشیدن تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را دنبال کند.

بررسی موردی ۲ (Rasul, 2016; Ringler et al., 2013) - کشورهای جنوب آسیا با کمتر از ۵٪ زمین‌های جهان، باید غذای یک‌چهارم جمعیت دنیا را تأمین کنند. برای اطمینان از خوداتکایی غذایی و افزایش مواد غذایی، بسیاری از این

کشورها سیاست‌هایی مانند یارانه تامین انرژی آبیاری و کود شیمیایی و تضمین کمینه قیمت برای خرید گندم و برنج را برگزیده‌اند. اعمال این سیاست‌ها موجب شده تا صدای هشدارهای افت زیاد سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی بلند شود، زیرا این یارانه‌ها موجب افزایش مصرف آب و انرژی شده است. بنابراین، برنامه بیان‌شده برای همبست آب-انرژی-غذا مورد بازنگری قرار گرفت و در آن پیشنهادهایی برای کاهش و حذف یارانه آب، انرژی، زمین و غذا داده شد. نکته مهم این است که با تأمین آب و انرژی برای کشاورزی با قیمت‌های اندک، در پایان تأمین غذا به خطر می‌افتد. برخی از پژوهشگران، جدید و کامل بودن برنامه همبست آب-انرژی-غذا را زیر سؤال برده‌اند و بر این باورند که آنچه که این برنامه انجام می‌دهد، انتقال مدیریت منابع، از حوضه آبریز به مدیریت رفع مشکل، از راه دخالت دادن بهره‌وران در مدیریت آب-انرژی-غذا می‌باشد، یا به جای این که بپرسیم جامعه برای آب چه کاری باید انجام دهد، پرسش این می‌شود که آب برای جامعه چه کار می‌تواند انجام دهد.

بررسی موردی ۳ (Simpson & Jewitt, 2019)- در ارزیابی همبست آب-انرژی-غذا در حوضه آبریز مکونگ (ویتنام) مشخص شد که رشد چشمگیری در ظرفیت و تأمین نیروی برق از راه توسعه نیروگاه‌های برق-آبی، در میان تأثیرهای متفاوت، موجب کاهش گوناگونی جمعیت ماهیان و کاهش آب قابل استفاده برای آب‌بران پایین‌دست شد (Smaigl et al., 2016). این در حالی است که به جای تأکید بر تأمین انرژی و ظرفیت آن، سیاست مدیریت تقاضای انرژی می‌تواند تأثیرهای منفی نیروگاه‌های برق-آبی را بر امنیت غذا و آب در این حوضه رودخانه کاهش دهد. بنابراین، مشخص شد که اگر به جای ارزیابی همبست آب-انرژی-غذا، تنها بخش انرژی ارزیابی می‌شد، پیشنهاد این سیاست جدید به احتمال عملی نمی‌شد.

بررسی موردی ۴ (Simpson & Jewitt, 2019)- پیشنهاد شده است که «اتلاف» جزء جدایی‌ناپذیر است که اغلب در همبست آب-انرژی-غذا نادیده گرفته می‌شود (Machell et al., 2015) و باید اتلاف را به عنوان جزء چهارم در چارچوب واکاوی همبست آب-انرژی-غذا در نظر گرفت. نمونه‌ای از اصلاح هدررفت منابع توسط Walker et al. (2014) ارائه شده است. این پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند که جداسازی اوره از فاضلاب لندن می‌تواند ۴۷٪ نیتروژن مواد غذایی مصرف‌شده در آن‌جا را بازیابی کند. این روش، توانایی درآمدزایی سالیانه ۳۳ میلیون دلار از تولید کود شیمیایی را دارد. این عملیات، هدررفت را کاهش و درآمدی تولید می‌کند که می‌تواند به هزینه‌های تصفیه آب کمک کند و منبع کلیدی جدیدی را برای استفاده در بخش کشاورزی تامین کند.

بررسی موردی ۵، دورنمای بین بخشی از نظر پمپاژ آب زیرزمینی (Swain & Charnoz, 2012)- پیدایش پمپ ارزان برای کشیدن آب از چاه، تولیدهای کشاورزی را بهبود بخشیده و اکنون امنیت غذایی کشورهایی مانند ایران، چین، هند و پاکستان به آن وابسته شده است. البته، پمپاژ آب زیرزمینی موجب سرعت بخشیدن به افت سطح ایستابی و کاهش منابع آب زیرزمینی شده است. همچنین، تولید غذا به شدت به قیمت انرژی وابسته شده است و سبب شده تا کشاورزان به یارانه هزینه‌های انرژی نیاز داشته باشند. همزمان، کشاورزان چاره‌ای جز وابستگی به پمپ آب ندارند و از سوی دیگر خدمات‌های کارگزاران عمومی آبیاری اغلب ضعیف و نامطمئن می‌باشد. راه حل رفع این دشواری‌ها این است که سیستم‌های تعرفه و اندازه‌گیری حجم آب و همچنین راندمان فنی پمپ‌ها بیشتر شود. نگاه به این مشکل‌ها از نقطه نظر همبست آب-انرژی-غذا به ما کمک می‌کند تا کاربرد گسترده رابطه بین آب، انرژی و غذا را بهتر درک کنیم و برنامه‌های آینده را برای مدیریت تقاضای آب و چارچوب سرمایه‌گذاری عمومی را برای بهبود آبیاری سطحی، مدیریت آب زیرزمینی، فناوری آبیاری، عملیات کشاورزی و همچنین فراهم آوردن غذا و سیاست‌های تجاری آن گسترش دهیم

(Swain & Charnoz 2012). این‌گونه مداخله‌ها و برنامه‌ها به احتمال در درجه اول روی مقدار استفاده از منابع آب و انرژی و فشارهایی که موجب برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی شده، مؤثر می‌باشند.

بررسی موردی ۶ (FAO, 2012b) - مدیریت منابع آب در حوضه دریای آرال بسیار پیچیده است و این پیچیدگی با افزایش تقاضا برای انرژی و غذا، تخریب محیط زیست و افزایش فشار بر منابع آب محدود منطقه در اثر توسعه اقتصادی، روند افزایش جمعیت و نوسان‌های اقلیمی بیشتر نیز می‌شود. با توجه به اهمیت منابع آب برای اقتصادهای ملی، سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد با همکاری صندوق بین‌المللی سرمایه‌گذاری برای نجات دریای آرال (EC- IFAS) و با همکاری مرکز منطقه‌ای سازمان ملل برای دیپلماسی بازدارندگی در آسیای میانه (UNRCCA)، روش «تفکر گزینه‌ای» را انتخاب کرد تا این‌که ایده‌هایی را برای توسعه اقتصادی-اجتماعی حوضه دریای آرال برای مدیریت پایدار و استفاده از منابع آب در نظر بگیرد. «تفکر گزینه‌ای» موجب شده تا «تعریف محدود مسئله» به «مشارکت جمعی» درباره ساختار پیچیده آب-انرژی-کشاورزی (همبست آب-انرژی-غذا) در آسیای میانه تبدیل شود (FAO, 2012b).

نمونه‌هایی از رویکرد همبست آب-انرژی-غذا در ایران

الف - در پژوهش لونی و شریف‌زاده (۱۴۰۱) مروری بر پژوهش‌های همبست آب، انرژی و غذا در ایران ارایه شده و به ضرورت بررسی این همبست پرداخته شده است. از جمله نتایج این پژوهش می‌توان به چالش‌های اصلی در زمینه اجرایی شدن همبست آب-انرژی-غذا در ایران اشاره نمود که شامل موردهای زیر می‌باشند:

- ❖ سیاست‌های بخشی و نبود مدیریت یکپارچه.
- ❖ نبود منبع مالی انجام پروژه‌های همبست آب-انرژی-غذا.
- ❖ نبود منابع اطلاعاتی مرتبط.
- ❖ تدوین نشدن قوانین بالادستی در زمینه‌های توسعه همبست آب-انرژی-غذا.

در پایان، نویسندگان پیشنهادهایی به شرح زیر برای توسعه همبست آب، انرژی و غذا ارایه نمودند.

❖ توسعه همکاری و هماهنگی همه سازمان‌های مرتبط از جمله وزارتخانه‌ها، مجلس شورای اسلامی، دانشگاه‌ها، انجمن‌ها و شرکت‌ها.

❖ تعیین نهادی برای سیاستگذاری و دستیابی به هم‌رایی.

❖ ایجاد و توسعه زیرساخت‌های بازار پایاپای همبست آب-انرژی-غذا.

❖ توسعه اقتصاد دیجیتال جهت توسعه فناوری‌های نوین مرتبط با اجرایی شدن طرح‌های همبست آب-انرژی-غذا

❖ آمایش سرزمین و ارزیابی نظام‌مند عامل‌های طبیعی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی.

ب - میرزایی و همکاران (۱۳۹۶) بیان می‌کنند که با افزایش تقاضا برای آب شیرین، انرژی و غذا در دهه‌های آینده فشار بر ۳ بخش افزایش یافته و اهمیت همبست آب-انرژی-غذا بیش از پیش نمایان خواهد شد. همچنین، ضرورت توجه به هدف‌های بهره‌وران در این ۳ بخش کلیدی و هدف‌های توسعه پایدار باید در تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها در بخش‌های آب، انرژی و غذا مورد توجه مسئولان قرار گیرد. بهینه‌سازی تخصیص آب، انرژی و زمین برای تولید محصول‌های غذایی با توجه به رویکرد همبست آب-انرژی-غذا-محیط زیست-اقلیم می‌تواند به عنوان یکی از راه‌حل‌های

تأمین هدف‌های بهره‌وران چندگانه در این باره توجه شود. میرزایی و همکاران (۱۳۹۶)، چهار راه حل سیاسی با توجه به رویکرد همبست آب-انرژی-غذا پیشنهاد کردند: ۱- سیاست‌گذاران باید گزینه‌های مختلف برای استفاده از بازار آب و قیمت‌گذاری آب و انرژی در نظر گرفته و تاثیر آن را بر عرضه و تقاضای آب، انرژی و غذا مشخص کنند. ۲- افزایش سهم انرژی بادی و خورشیدی در تولید انرژی، مقدار رد پای آب را به طور مؤثر کاهش خواهد داد. بنابراین، تدوین سیاست‌هایی در وزارت نیرو برای استفاده از منابع انرژی طبیعی می‌تواند سودمند باشد. ۳- سیاست تجارت آب مجازی با افزایش واردات محصول‌های کشاورزی و صنعتی آب‌بر و کاهش صادرات آن‌ها می‌تواند توسط نهادهای متولی بررسی شود. ۴- وزارت نیرو می‌تواند با ایجاد زیرساخت‌های لازم برای تأمین انرژی در ساخت گلخانه‌های مکانیزه و به روز، سیاست‌هایی را در جهت کاهش مصرف آب تدوین کند.

پ- عقیلی و همکاران (۱۳۹۹) بیان می‌کنند که مدیریت منابع آب نیازمند درک درستی از مدیریت همزمان تولید غذا و مدیریت منابع انرژی به ویژه در بخش کشاورزی است. در این پژوهش، چارچوب همبست آب-غذا-انرژی با رویکرد پایداری منابع و مصارف، به کمک سناریونگاری به واکاوی مدیریت بهره‌برداری ترکیبی از منابع آب، غذا و انرژی می‌پردازد. همچنین، افزون بر مفاهیم پایداری، هزینه‌های محیط‌زیستی همچون انتشار کربن دی‌اکسید کربن از سوخت فسیلی و تاثیر آن بر محیط زیست نیز مطرح می‌شود. در این پژوهش، با توجه به شش شاخص تعریف‌شده بر مبنای قابلیت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی و امکان بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیری همچون انرژی خورشیدی، سناریوهای مدیریتی مختلفی توسعه داده شده است. پس از بررسی مدل مدیریتی WEAP توسعه یافته در حوضه لنجانان به‌عنوان بررسی موردی توسعه مدل بارش-رواناب و واسنجی آن، هشت سناریوی مختلف دربرگیرنده ۱- سناریوی پایه (ادامه روند موجود)؛ ۲- سناریوی اول (تغییر سطح زیر کشت)؛ ۳- سناریوی دوم (افزایش راندمان آبیاری) و ۴- سناریوی سوم (استفاده از صفحه خورشیدی) و سه سناریوی ترکیبی از این سناریوها و نیز سناریوی افزایش راندمان پمپ‌ها به همراه سناریوی سوم در این مدل پیشنهاد و براساس معیارهای پایداری، بررسی و ارزیابی شدند. بر اساس نتایج پژوهش به‌دلیل استفاده تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی، ترکیب سناریوهای دوم و سوم به‌عنوان سناریوی برتر انتخاب و پیشنهاد شده است. همچنین، سناریوی ادامه روند موجود به‌عنوان آخرین سناریوها رتبه‌بندی شده است که نشانگر بدتر شدن شرایط موجود در صورت ادامه روند فعلی است. با توجه به نتیجه رتبه‌بندی سناریوها، استفاده از ترکیب سناریوهای سوم و چهارم از دیگر سناریوهای برتر انتخاب شده است.

ت- منعم و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با استفاده از روش پیشنهادی، اثر بخشی دیدگاه همبست آب-انرژی-غذا بر بهبود بهره‌وری و اولویت‌بندی سیاست‌های مدیریتی در سطح شبکه‌های آبیاری را به صورت کمی ارزیابی کردند. در این پژوهش شاخص ترکیبی آبیاری به‌صورت کمی ارزیابی شد و شاخص ترکیبی همبست آب-غذا-انرژی (WFE) استفاده شد. نتایج نشان داد که با استفاده از شاخص بهره‌وری نسبی آب در شبکه نکوآباد اصفهان، گزینه کاهش ۲۰٪ جریان آب تحویلی کانال‌ها و انسداد چاه‌ها، به عنوان گزینه‌های برتر مدیریتی معرفی شد. به هر حال، از دید شاخص بهره‌وری انرژی، اولویت سناریوها متمرکز بر بستن چاه‌ها و مدیریت تقاضا بود. از دید شاخص ترکیبی و با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف مصرف آب، انرژی و بهره‌وری تولید، اولویت‌ها به کاهش ۲۰ و ۴۰ درصدی جریان تحویلی تغییر خواهد کرد. افزون بر آن، رتبه‌بندی شبکه‌ها با در نظر گرفتن شاخص ترکیبی پیوند آب، غذا و انرژی نیز در هر سناریو تغییر کرده است. در مجموع، مشخص شد که اگرچه یکی از شاخص‌های بهره‌وری به تنهایی بیانگر تأثیرهای منفرد یکی از سناریوها

در شبکه‌های مختلف می‌باشد، ولی با استناد به تنها یک شاخص نمی‌توان در مورد اثربخشی واقع‌بینانه جنبه‌های مختلف مصرف آب، انرژی و تولید غذا تصمیم‌گیری قطعی نمود. این به آن معنی است که در نظر گرفتن مجموعه شاخص‌ها در انتخاب سناریوهای مناسب تاثیر تعیین‌کننده‌ای دارد و برای جامع‌نگری لازم است که از شاخص ترکیبی همبست آب-انرژی-غذا استفاده شود. این مهم نشانگر نقش مؤثر شاخص‌های تصمیم‌گیری در توسعه سیاست‌های مدیریتی می‌باشد. در اصل، نگاه تک بعدی در حل مسئله‌های منابع آبی به نوعی تضاد با عنوان «تضاد بخشی» می‌انجامد. تضاد بخشی مبین نگاه جزئی در حل مسئله‌ها می‌باشد و جامع‌نگری به عنوان یک اصل کلی در مدیریت منابع آب، نادیده گرفته می‌شود. برای نمونه، تمرکز صرف به کاهش مصارف آبی بدون در نظر گرفتن جنبه‌های تولید غذا و مصرف انرژی هرچند می‌تواند نتایج مفیدی در بخش‌هایی از یک سیستم به هم پیوسته داشته باشد، اما نباید پیامدهای چنین رویکردی را بر بخش‌های تولید و مصرف نهاده‌ها از نظر دور نگه داشت.

ث- هدف اصلی پژوهش قربانی و همکاران (۱۳۹۹) توسعه دیدگاه همبست آب-انرژی-غذا در شبکه‌های آبیاری از دیدگاه تولید محصول و شاخص‌های تحویل آب (کفایت و پایداری) با استفاده از رویکرد پویای سیستم‌ها بود. نتایج نشان داد که با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها می‌توان سازوکارهای مؤثر در همبست آب-انرژی-غذا را از دیدگاه تولید محصول و مناسب بودن آب در سطح شبکه‌های آبیاری شناسایی و آن‌ها را ارزیابی کرد. با بهره‌گیری از این رویکرد، اثر هر یک از سیاست‌ها به صورت ترکیبی در هر ۳ بخش آب، غذا و انرژی نه تنها در کوتاه مدت، بلکه با در نظر گرفتن اثر سازوکارهای محدودکننده و تعادلی در بلندمدت قابل بررسی و واکاوی است. بدین ترتیب، می‌توان متناسب با تأثیرهای همه‌جانبه و بلندمدت نسبت به سیاست‌ها، تصمیم‌های مناسب‌تری را گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که تأثیر کاهش منابع آب سطحی بر تولید محصول و مناسب بودن آب به مراتب بیشتر از اثر سیاست افزایش مصرف انرژی و سطح زیر کشت است. دلیل این موضوع افزون بر اهمیت آب سطحی به عنوان مهمترین نهاده تولید، محدودیت قابلیت افزایش مصرف انرژی و برداشت آب زیرزمینی و توسعه سطح کشت است. با توجه به محدودیت منابع آب و تاثیر چشمگیر آن بر تولید محصول و مطلوبیت، پیشنهاد شده است که در رویکرد همبست آب-انرژی-غذا، سناریوهای مرتبط با مدیریت آب از اولویت بالاتری برخوردار باشند.

ج- بررسی موردی در حوضه آبریز کرخه (ایران) توسط Enayati et al. (2021) ارائه شده است. از نظر همبست آب-انرژی-غذا زیرساخت‌های آبی (تاسیسات) پایدار ممکن است به تصمیم‌گیری‌های چند بعدی ارتباط پیدا کند که به خاطر وابسته بودن به عامل‌های داخلی و یا خارجی مانند نوسان‌های اقلیمی، دارای درجه‌هایی از نبود اطمینان است. مهم است توجه شود که تأثیرهای این پدیده‌ها نه تنها به تغییر الگوی اقلیمی محدود می‌شود، بلکه می‌تواند بر دیگر اجزای همبست آب-انرژی-غذا چه به طور مستقیم و چه غیر مستقیم تأثیرگذار باشد. توجه نکردن به این موارد به ویژه در پروژه‌هایی با طول عمر اقتصادی درازمدت مانند سیستم‌های برق-آبی، زیان‌آور خواهد بود. با برنامه‌ریزی دقیق می‌توان تغییرهای پیش‌بینی‌شده در اقلیم و اثرهای مربوط به آن‌ها را روی سایر بخش‌ها کاهش داده تا کارکرد قابل قبول محیط زیستی، اقتصادی-اجتماعی و فنی داشته باشد. به همین دلیل در پژوهشی، چارچوبی برای تصمیم‌گیری دقیق چند هدفه طراحی شد تا به بتواند به هدف پیش‌گفته برسد.

برای این‌که توانایی کاربرد این چارچوب جدید نشان داده شود، حوضه آبریز رودخانه کرخه در ایران برای بررسی موردی انتخاب شد، زیرا این حوضه نقش بحرانی در تأمین امنیت آب-انرژی-غذا در منطقه دارد. همچنین، یک سری از

گزینه‌های مختلف نوسان‌های اقلیمی در چارچوب تصمیم‌گیری‌های پیشنهادی وارد شدند. بر پایه این پژوهش، بخش‌های انرژی، غذا و محیط زیست در فرایند تصمیم‌گیری با واقعیت بیشتری دخالت داده شده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که نقش جنبه‌های اجتماعی به ویژه عدالت اجتماعی در عمل نادیده گرفته شده است. همچنین، نتایج نشان داد که اگر ظرفیت برق-آبی افزایش یابد یا این که به عامل تولید برق به نفع تولید انرژی بیشتر توجه شود، اگر همه عامل‌های مؤثر در سیستم در نظر گرفته شود، عملکرد سیستم ممکن است که کمتر از بهینه باشد و امنیت جنبه‌های دیگر همبست آب-انرژی-غذا به خطر بیفتد.

نتیجه‌گیری

همبست آب-انرژی-غذا در چرخه سیاستگذاری و توسعه از سال ۲۰۱۱ به‌طور گسترده شناخته شده است. این چارچوب توانایی فراوانی در همبست آب-انرژی-غذا دارد. البته، این واکاوی اگر قرار باشد به‌طور گسترده به کار برده شود با چالش‌هایی روبه‌رو می‌شود. از نظر کاستی‌های ممکن برای این روش که در مقاله‌های منتشرشده به آن‌ها اشاره شده این است که موضوع امرار معاش، حفظ محیط زیست و عدالت اجتماعی اغلب در ارزیابی‌ها در نظر گرفته نمی‌شوند. تا به امروز، بررسی‌های همبست آب-انرژی-غذا به فراوانی روی امنیت منابع در سطح جهانی بزرگ‌مقیاس متمرکز شده است. البته، هنگامی که اصول همبست آب-انرژی-غذا مطرح شد، هدف اصلی این نبوده است. برای این که این چارچوب واکاوی جذابیت به دست آورد، به ویژه از نظر «هدف‌های توسعه پایدار» باید آن را برای رسیدن به امنیت منابع کافی برای همه مردم به کار برد. این روش باید به طور همزمان حفظ محیط زیست و عدالت اجتماعی را به عنوان پایه اصلی همبست آب-انرژی-غذا به رسمیت شناخته و حفاظت کند.

هنگامی که ارتباط‌های داخلی، سر به سر شدن اقتصادی و مقدار استفاده از آب و انرژی در ارزیابی ترکیب شده است رهیافتی چند کانونی به پیچیدگی‌های آن اضافه شده است. این که رهیافت همبست آب-انرژی-غذا نمی‌تواند یک مدل همه‌کار باشد، بدین معنی است که آن را باید برای ارزیابی‌های مختلف (برای نمونه شهرها، کشورها و منطقه‌های مختلف) مقیاس‌بندی نموده و یا تغییر داد. همین مطلب توسط برخی از پژوهشگران، نقطه ضعف آن تلقی می‌شود، در صورتی که اگر از نظر علمی همبست آب-انرژی-غذا در مورد هوای سالم و یا محیط زیست بهتر اجرا شود، می‌تواند به سودمندی کل جامعه بیانجامد و اگر اصلاح‌های اجتماعی نیز صورت گیرد می‌توان به عدالت اجتماعی نیز رسید. در دسترس بودن داده‌های کامل و مربوط همچنین چالشی برای اجرای عملی واکاوی همبست آب-انرژی-غذا می‌باشد. افزون بر آن، واکاوی همبست آب-انرژی-غذا یک چارچوب به نسبت جدید و در حال پیشرفت می‌باشد.

هرچند بنیان‌های همبست آب-انرژی-غذا کامل نو نمی‌باشند، اما این نو نبودن دلیلی برای مناسب نبودن آن نیست. به‌خاطر چند منظوره بودن رهیافت همبست آب-انرژی-غذا این روش بهتر از چارچوب‌های کنونی مانند مدیریت جامع منابع آب برای تشریح توسعه پیچیده و چالش‌های امنیتی می‌باشد که جامعه جهانی با آن‌ها روبه‌روست. بنابراین، انتخاب این روش در آینده باید بیشتر بررسی شود. چارچوب همبست آب-انرژی-غذا توسط بسیاری از پژوهشگران در مقاله‌های علمی و نیمه علمی (خاکستری) به عنوان نقطه امیدی برای ایجاد ساختار سیاستگذاری توسعه و حکمرانی در دنیایی که با نوسان‌های اقلیمی، رشد جمعیت و نابرابری برای دسترسی به منابع روبه‌روست، در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، ارتباط بین ارزیابی‌های همبست آب-انرژی-غذا با هدف‌های توسعه پایدار، اجتناب‌ناپذیر است.

منابع

- عقیلی، سید امیر حسین؛ گل محمدی، محمد حسین؛ نیکویی، علیرضا. (۱۳۹۹). ارزیابی شاخص های پایداری منابع در همبست آب-غذا-انرژی به کمک تدوین و تحلیل سناریوهای مدیریتی با توجه به مفهوم آب مجازی: مطالعه موردی- زیر حوضه لنجان. *تحقیقات منابع آب/ ایران*، ۱۶ (۴)، ۷۷-۹۷.
- قربانی، الهام؛ منعم، محمد جواد؛ واعظ-تهرانی، مهسا. (۱۳۹۹). توسعه مدل پیوند آب، انرژی و غذا در سطح شبکه های آبیاری بر اساس شاخص های کفایت و پایداری آب (مطالعه موردی شبکه آبیاری قزوین). *تحقیقات مهندسی سازه های آبیاری و زهکشی*، ۸۰: ۲۱-۶۱.
- لونی، ریحانه؛ شریف زاده، مهدی. (۱۴۰۱). مروری بر مطالعات همبست آب، انرژی و غذا در ایران: ضرورت، چالش ها و راهکار های پیشنهادی. *پایداری، توسعه و محیط زیست*. دمره سوم، شماره ۳، صص: ۲۹-۴۹.
- محمد جواد، منعم؛ دلاور، مجید؛ حسینی، سید معین. (۱۳۹۹). کاربرد و ارزیابی پیوند آب، غذا و انرژی (همبست آب - انرژی- غذا) در مدیریت شبکه آبیاری: مطالعه موردی شبکه آبیاری زاینده رود. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*، ۱۴ (۱): ۲۸۵-۲۷۵.
- میرزایی، شکيبا؛ قهرمان، بیژن؛ مساعدی، ابوالفضل؛ ضرغامی، مهدی. (۱۳۹۶). *راه حل های سیاستی در مواجهه با بحران آب با رویکرد پیوند آب-انرژی-غذا*. اولین اجلاس "هم اندیشی بامتخصصان علوم آب و محیط زیست". وزارت نیرو. ۱۰ اسفند ۱۳۹۶.
- Abdullaev, I. & Rakhmatullaev, S. (2016). Setting up the agenda for water reform in Central Asia: does the nexus approach help? *Environment and Earth Science*, 75:870.
- Belinskii, A., 2015. Water-energy-food nexus within the framework of international water law. *Water*, 7, 5396-5415.
- Benson, D., Gain, A.K. & Rouillard, J.J. (2015). Water governance in a comparative perspective: From IWRM to a Nexus approach. *Water Alternatives*, 8, 756-773.
- Biggs, E.M., Bruce, E., Boruff, B., Duncan, J.M.A., Horsley, J., Pauli, N., McNeill, M., Neef, A., van Ogtrop, F., Curnow, J., Haworth, B., Duce, S. & Imanari, Y. (2015). Sustainable development and the water-energy-food nexus: A perspective on livelihoods. *Environmental Science & Policy*. 54, 389-397.
- Bogardi, J.J., Dudgeon, D., Lawford, R., Flinkerbusch, E., Meyn, A., Pahl-Wostl, C. et al. (2012). Water security for a planet under pressure: interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. *Current Optimum Environmental Sustainability*, 4, 35-43.
- Cai, X., Wallington, K., Shafiee_Jood, M. & Marson, I. (2018). Understanding and managing the food-energy-water nexus-opportunities for water resources research. *Advances in Water Resources*, 111, 259-273.
- Enayati, M., Bozorg-Hdad, O., Fallah-Mehdipour, E., Zolghadr-Asli, B. & Chu, X.F. (2021). A robust multiple-objective decision-making paradigm based on the water-energy-food security nexus under changing climate uncertainties. *Scientific Report*, 11, 20927.
- FAO. (2012a). Energy-Smart Food at FAO: An Overview. Environment and Natural Resources Management Working Paper No. 53. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAO. (2012b). Mutually Acceptable Mechanism on Integrated Use of Water resources in Central Asia. Application of Scenario Approach. Ankara: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2014). The Water-Energy-Food Nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture.
- IRENA. (2015). Renewable Energy in the Water, *Energy and Food Nexus*. IRENA.

- Karian, M. (2017). The water-energy-food nexus: Trade-offs, thresholds and transdisciplinary approaches to sustainable development. *Environmental Science and Policy*, 68, 97-106.
- Machell, J., Prior, K., Allan, R. & Anderson, J.M. (2015). The water energy food nexus- challenges and emerging solutions. *Environmental Science*, 1, 15-16.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J. & Behrens, W.W.III. (1972). The limits to growth. *South African Journal of Science*. 211, 1-205.
- Meadows, D.H., Randers, J. & Meadows, D. (2004). The limits to growth: The 30-year update. London: Earthscan.
- Mohtar, R.H. & Daher, B. (2012). Water, energy and food: the ultimate nexus, in Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering. 2nd Edn. eds D.R. Heldman and C.I. Moraru (Taylor & Francis). Owen, A., Scott, K. & Barrett, J. (2018). Identifying critical supply chains and final products: An input -output approach to exploring the energy-water-food nexus. *Apply Energy*, 210, 632-642.
- Rasul, G. (2016). Managing the food, water, and energy nexus for achieving the sustainable development goals in South Asia. *Environmental Development*, 18,14-25.
- Ringler, C., Bhaduri, A. & Lawford, R. (2013). The nexus across water, energy, land and food (WELF): potential for improved resource use efficiency. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 617-624.
- Rockstrom, J. & Sukholev, P. (2016). How Food Connects All the SDGs. Stockholm Resilience Centre.
- Simpson, G.B. & Jewitt, G.P.W. (2019). The development of the water-energy-food nexus as a framework for achieving resource security: A review. *Frontiers in Environmental Science*, 7:8, doi:10.3389/fenvs.2019.00008.
- Shannak, S., Mabrey, D. & Vittorio, M. (2018). Moving from theory to practice in the water-energy-food nexus: An evaluation of existing models and framework. *Water-Energy-Nexus*, 1(1), 17-27.
- Smajgl, A., Ward, J. & Pluschke, L. (2016). The water-food-energy nexus- realizing a new paradigm. *Journal of Hydrology*, 533,533-540.
- Swain, A. & Charnoz, O. (2012). In pursuit of Energy Efficiency in India's Agriculture: Fighting "Free Power" or Working with it? Document de Travail. Paris: Agence Francaise de Development.
- Walker, V.R., Beck, M.B., Hall, J.W., Dawson, R.J. & Heidrich, O. (2014). The energy-water-food nexus: Strategic analysis of technologies for transforming the urban metabolism. *Journal of Environmental Management*, 141, 104-115.
- Waghray, D. & Workman, J.G.J. (2011). Water security: the water-food-energy-climate nexus: the World Economic Forum water initiative. *Environmental Science, Economics, Political Science* DOI:10.5860/choice.49-1001 Corpus ID: 128220209.
- Wichelns, D. (2017). The water-energy-food nexus: Is the increasing attention warranted from either a research or policy perspective? *Environmental Science and Policy*, 69,113-123.
- WWF, & SABMiller. (2014). The Water-Food-Energy Nexus: Insights into Resilient Development. Available online at: http://assests.wwf.org.uk/downloads/sab03_01_sab_wwf_project_nexus_final.pdf.

The Framework of the Water-Energy-Food Nexus Approach for the Security of Natural Resources

Zand-Parsa, Sh.¹ and Sepaskhah, A.R.²

This article presents a study of the evolution of the water-energy-food (WEF) nexus since its rise to prominence in policy and development discourses in 2011. Drawing from an extensive review of published literature, the article presents various interpretations of the concept while also considering the novelty of the WEF nexus. Various criticisms levelled at the WEF nexus, such as the neglect of livelihoods and the environment in assessments, are noted, together with governance considerations associated with this framework. Finally, the potential of the WEF nexus to contribute to the achievement of the sustainable development goals is reviewed. In terms of possible weaknesses associated with the WEF nexus, a concern identified in the literature is that livelihoods, social justice and the environment are often omitted from these assessments. So far, WEF nexus studies have focused on global macro-scale resources security. This was not the intention when the concept was first promoted. For this framework to gain traction, particularly in light of the sustainable development goals, it must be utilized to achieve adequate resource security for all groups. It must simultaneously acknowledge and protect the environment as the irreplaceable foundation of the nexus. The challenge of integrating and optimizing the components of this multi-centric nexus is examined, with six international case studies and seven national case studies being presented and discussed.

Keywords: Governance, Resource security, Sustainable development goals, Water-energy-food nexus.

1. Corresponding author, Email: zandparsa@yahoo.com

2. Professor of Shiraz University (Invited member of I.R. Academy of Sciences) and Professor of Shiraz University (Fellow of I.R. Academy of Sciences), respectively.

چالش‌های تغییر اقلیم در باغبانی و راهبردهای سازگاری با آن‌ها^۱

مرتضی خوشخوی^۲، کورش وحدتی، سعید عشقی، وازگین گریگوریان، حسن صالحی،

مجید عزیزی و مریم حقیقی^۳

چکیده

تاکنون بررسی جامعی در مورد تأثیر گرم شدن زمین و تغییرهای اقلیمی بر فرآورده‌های باغبانی مانند میوه‌ها، گل‌ها، سبزی‌ها، و گیاهان دارویی انجام نشده‌است، باوجود این، اطلاعاتی که در دست است نشان می‌دهند که این تغییرها بیشتر روی درختان میوه به ویژه درختان میوه‌های معتدل و نیمه‌گرمسیری تأثیرگذارند. تغییر اقلیم و گرمایش جهانی بر تولید میوه، پدیده شناختی درختان میوه، نیاز سرمایی، تنش‌های دمایی، گرده افشانی، وضعیت آب و خاک باغ‌های میوه، آفت‌ها و بیماری‌ها، کیفیت میوه‌ها و تغییر مرزهای مناسب کشت درختان میوه تأثیر می‌گذارد. راهکارهای روبارویی با این دشواری‌ها، به نژادی رقم‌های با نیاز سرمایی کم، خنک کردن برای جبران نیاز سرمایی، روبارویی با زمستان‌های گرم و گرم شدن زود هنگام، بهره‌گیری از سودمندی‌های پایه‌ها، پرهیز از ورود به خفتگی، مدیریت آب و خاک باغ‌ها، بهره‌گیری از فناوری‌های جدید، بهره‌گیری از ترکیب‌های شیمیایی و تنظیم‌کننده‌های رشد، ایجاد تنوع محصول، استفاده از انواع گلخانه، توجه به مهاجرت گیاهی، مدل سازی اقلیمی، پهنه‌بندی و تغییر الگوی کشت می‌باشند. درباره چالش‌های تغییرهای اقلیمی و گرم شدن کره زمین و راهکارهای سازگاری با آن‌ها در این مقاله، به طور کامل بحث شده است.

واژه‌های کلیدی: چالش‌های باغبانی، درختان میوه، راهکارها، فناوری، گرم شدن جهانی.

مقدمه

بدون تردید پدیده تغییر اقلیم در مقیاس جهانی بزرگ‌ترین رخداد طبیعی در دهه‌های اخیر است (IPCC, 2007). این پدیده یکی از چالش‌های بزرگ صنعت کشاورزی و بخش باغبانی است که بی‌شک منطقه‌های خشک و نیمه خشک مانند ایران را بیشتر از منطقه‌های مرطوب و نیمه مرطوب زیر تأثیر قرار می‌دهد (کیانی و همکاران، ۱۳۹۸). در این راستا، پژوهش جامعی در گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم (شریفی و مهدوی، ۱۴۰۲) و در همه رشته‌های کشاورزی و منابع طبیعی از جمله: رشته آبیاری (بذرافشان و همکاران، ۱۴۰۱؛ زندپارسا و همکاران، ۱۴۰۳)، باغبانی (خوشخوی و همکاران، ۱۴۰۲)، گیاهپزشکی (ایزدپناه، ۱۴۰۳) و ماشین‌های کشاورزی (عباسپور گیلانده و محتسبی، ۱۴۰۳) انجام شد.

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۲۰

بخشی از طرح «اثرات تغییر اقلیم و تحولات اجتماعی- سیاسی جهانی بر کشاورزی و منابع طبیعی ایران و راهبردهای سازگاری با آن‌ها با نگرشی بوم‌سازگار» گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران.

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mkhoshkhui@yahoo.com

۳- اعضای شاخه علوم باغبانی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران و به ترتیب، استاد دانشگاه شیراز، دانشگاه تهران، دانشگاه شیراز، استاد دانشگاه تبریز، دانشگاه شیراز، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان.

در حالی که بررسی جامعی در مورد تأثیر تغییرهای اقلیمی بر محصولاتهای باغبانی مانند میوه‌ها، گل‌ها، سبزی‌ها و گیاهان داروئی انجام نشده است، بررسی‌های موجود در سطح جهانی نشان می‌دهد که این تغییرها بیشتر روی درختان میوه به ویژه درختان میوه منطقه‌های معتدل و نیمه‌گرمسیری اثر گذار هستند. به بیان دیگر، درختان چندساله نسبت به گیاهان یکساله کمتر می‌توانند با تغییرهای اقلیمی سازگار شوند. به طور کلی، گرمایش زمین موجب تغییرهای زیست شیمیایی، تشریحی و فیزیولوژیکی در ساختار درختان میوه می‌شود که به کاهش قدرت رشد، کاهش ظرفیت میوه‌دهی، کاهش اندازه میوه، کاهش بازتولید و کیفیت پایین میوه، تخریب پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و به دنبال آن افزایش تنفس و کاهش ذخیره کربوهیدرات‌ها و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی می‌انجامد (Muchie & Assefa, 2021). همچنین، منطقه‌های مناسب برای تولید میوه به سمت عرض‌های شمالی حرکت می‌کنند و به جایی می‌روند که در گذشته (۵۰ سال پیش) برای تولید این محصول‌ها، مناسب نبودند (Swaminathan & Kesavan, 2012).

تأثیرهای تغییر اقلیم بر درختان میوه

تأثیر تغییر اقلیم بر تولید میوه

تغییرهای اقلیمی، یک نگرانی بسیار جدی برای پرورش‌دهندگان میوه و حتی بخش فرآوری این محصول‌ها، ایجاد کرده است. گزارش‌های چندی درباره کاهش مقدار تولید و همچنین کاهش سطح زیر کشت مناسب برای پرورش درختان میوه، به ویژه درختان میوه منطقه‌های معتدل، در نتیجه پدیده تغییر اقلیم، وجود دارد. برای نمونه، گزارش شده است که تا سال ۲۰۵۰ (نسبت به سال ۲۰۲۰)، حدود ۳۶۱۳۶ کیلومتر مربع از منطقه‌های مستعد کشت گردو در ایران از حالت قابل کشت خارج شده و تبدیل به سرزمین‌های غیرقابل کشت خواهند شد (Vahdati et al., 2019). آفتاب سوختگی و ترک خوردن میوه‌های سیب، زردآلو، گیلان، پسته و انار می‌تواند در اثر تنش آبی و دمای بالا رخ دهد. تغییرهای جوی در سال‌های اخیر، افزون بر کاهش بارش‌ها، موجب انتقال زمان تولید میوه در بسیاری از منطقه‌های پسته‌خیز کشور شده است. این تغییر زمان، افزون بر ایجاد نابسامانی‌هایی در انباشت سرما در پاییز و زمستان، موجب ایجاد دشواری‌های زیادی در فرآیند تمایز یابی گل، گلدهی و تشکیل میوه و به دنبال آن کاهش عملکرد گردیده است (هاشمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۸). به دلیل افزایش دما، میوه‌ها با سرعت بیشتری توسعه یافته و زودتر بالغ می‌شوند. برای نمونه، مرکبات، انگور، خربزه و انبه حدود ۱۵ روز زودتر می‌رسند. رسیدن ناشی از دمای بالاتر موجب می‌شود که محصول، به ویژه میوه‌ها، دوره نگهداری کمتری روی درختان و در انبار داشته باشند (Rehman et al., 2015).

تأثیر تغییر اقلیم بر پدیده‌شناسی درختان میوه^۱

از نخستین تأثیرهای تغییر اقلیم بر صنعت میوه‌کاری و تولید میوه می‌توان به تغییر در زمان و الگوی گلدهی، طول دوره رشد، تاریخ‌های برگ‌دهی، برداشت میوه و خزان گیاهان اشاره کرد. برپایه بررسی‌های انجام‌شده، دمای گرم پاییز-زمستان، به‌عنوان پیامدی از تغییر اقلیم، از راه تأثیر بر سازگاری به سرما، پیشرفت خفتگی و بلوغ جوانه گل موجب اختلال در گلدهی می‌شود. افزون بر این، شرایط گرم موجب کاهش انباشت کربوهیدرات در شاخه‌ها می‌شود که به کاهش قدرت درخت می‌انجامد (Sandor et al., 2021). یکی از تأثیرهای افزایش و تغییر الگوهای دمایی در آینده برای درختان میوه، به صورت افزایش انباشت گرمایی آشکار خواهد شد. افزایش انباشت گرمایی موجب کاهش طول دوره رشد

درختان میوه به ویژه درختان خزان‌دار مانند سیب خواهد شد. در واقع، درختان میوه، چرخه رویشی و زایشی خود را زودتر تکمیل می‌کنند. تکمیل زودهنگام مرحله‌های پدیده‌شناختی درختان سیب پاییزه و دیگر درختان میوه همسان، پیامدهایی مانند کاهش عملکرد، کیفیت و رنگ‌پذیری میوه و همچنین کاهش توان رقابتی در بازار صادراتی را در پی دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۷).

تأثیر تغییر اقلیم بر نیاز سرمایی

کاهش شمار ساعت‌های سرما به عنوان یک پیامد منفی تغییر اقلیم می‌تواند بر نبود نیاز سرمایی کافی درختان میوه و در پی آن گلدهی نامنظم اثرگذار باشد (Luedeling, 2012). در منطقه‌های معتدل و نیمه‌گرمسیری، سرمای زمستان ناکافی، مانند گرم بودن زمستان، موجب الگوی نامنظم شکفتن جوانه و رشد می‌شود (Haokip et al., 2020). گرم شدن هوا نیز ممکن است بر نیازهای سرمای زمستانی میوه‌های درختان معتدل اثر بگذارد و به جایگزینی با رقم‌ها یا گونه‌های جدید با نیاز سرمایی کمتر نیاز باشد (Haokip et al., 2020). همچنین، با افزایش دما گیاهان به سرعت واکنش خواهند داشت و موجب زودتر باز شدن جوانه‌های گیاهان شده و این موضوع موجب افزایش حساسیت آن‌ها نسبت به سرمای بهاره می‌شود (Kent, 2008). در ایران نیز نیاز سرمایی برخی از رقم‌های پسته، انار، انگور، هسته‌داران، زیتون، انجیر و سیب در برخی از منطقه‌ها تامین نمی‌شود که این شرایط به کاهش عملکرد می‌انجامد.

تأثیر تغییر اقلیم بر تنش‌های دمایی

سرمای دیررس بهاره، تنش گرمایی، کاهش ساعت‌های سرمای زمستان و تنش خشکی از مهم‌ترین پیامدهای تغییر اقلیم است که بر پرورش درختان میوه در سرتاسر دنیا اثرگذار است (Hajinia et al., 2021). سرمای دیررس بهاره موجب آسیب دیدن جوانه‌های تازه بیدار شده درختان میوه می‌شود و در صورت دیررس بودن، بیشتر این نوع سرماها، حتی به میوه‌های تازه تشکیل شده نیز خسارت وارد می‌کنند. جوانه‌های بارور خفته به سرمای زمستانه متحمل هستند، اما تحمل آن‌ها هنگام بیدارشدن کاهش می‌یابد. در روزهای نخستین بهار، جبهه‌های سرد هوا در منطقه پرورش درختان میوه و در شب‌های بدون ابر، به جوانه درختان میوه خسارت می‌رسانند (یداللهی و همکاران، ۱۳۹۱). افزون بر سرمای دیررس بهاره، سرمای زودرس پاییزه در منطقه‌های معتدل و سرمای زمستانه در منطقه‌های سردسیر از دیگر پیامدهای منفی تغییر اقلیم هستند که بر تولید میوه در این منطقه‌ها، اثر منفی دارند. همچنین، درختان میوه نیمه‌گرمسیری به مقدار زیادی از این نوع سرما آسیب می‌بینند. خسارت سنگین سرمای زودرس پاییزه در برخی از سال‌ها به باغ‌های انار کشور گزارش شده است (شاگری، ۱۳۸۴).

تأثیر تغییر اقلیم بر گرده‌افشانی درختان میوه

مرحله زایشی درختان میوه آسیب‌پذیرترین مرحله در برابر تغییرهای اقلیمی است و بر کمیت و کیفیت میوه‌ها تأثیر می‌گذارد. تأثیرهای تنش دما و رطوبت در هنگام شکوفه دادن و باردهی درختان میوه بیشتر محسوس است (Subedi, 2019). تغییر اقلیم تأثیر منفی بر جمعیت حشره‌های درگیر در گرده‌افشانی و تشکیل میوه دارد، به این ترتیب که اگر دما بسیار کم یا بسیار زیاد باشد، موجب اختلال در فعالیت گرده‌افشان‌ها و تشکیل میوه می‌شود. برای میوه‌هایی مانند گردو و پسته که دگرگرده‌افشانی دارند، سرمای ناکافی می‌تواند زمان باز شدن گل‌های نر و ماده را تغییر و گرده‌افشانی را کاهش دهد و موجب کاهش محصول شود. دمای مطلوب برای گرده‌افشانی و باروری در میوه‌های معتدل مانند سیب،

گلایی، آلو و گیلان بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس است. دماهای کم و شرایط بارانی یا مه‌آلود بر گرده‌افشانی آلبالو در آمریکا اثر منفی داشتند (Haokip *et al.*, 2020).

تأثیر تغییر اقلیم بر وضعیت آب و خاک باغ‌های میوه

تغییر اقلیم با کاهش مقدار و پراکنش بارندگی، تولید محصول‌های دیم را بیشتر از محصول‌های آبی زیر تاثیر قرار داده است (Seleiman *et al.*, 2021). افزون بر مسئله خشکی و کم آبی، تنش شوری یک دشواری جهانی است و به دلیل تغییرهای اقلیمی، شوری خاک و آب رو به افزایش است که دامنه وسیعی از کشتزارها و گیاهان مختلف به ویژه درختان میوه را زیر تاثیر قرار داده است (del-Carmen, 2020). شور شدن پیوسته زمین‌ها تاثیر چشمگیر جهانی داشته و به از بین رفتن ۳۰٪ از زمین‌های کشاورزی در ۲۵ سال آینده و ۵۰٪ ضرر و زیان تا سال ۲۰۵۰ می‌انجامد (Vahdati & Leslie, 2013).

تأثیر تغییر اقلیم بر آفت‌ها و بیماری‌های درختان میوه

تغییر اقلیم می‌تواند بر اندازه جمعیت، امکان بقا و پراکنش جغرافیایی آفت‌ها تاثیر بگذارد. پویایی و همه‌گیری آفت‌ها و بیماری‌ها زیر تاثیر مستقیم تغییرهای اقلیمی مانند تغییر الگوی بارش، رطوبت نسبی هوا، افزایش دما و سرعت باد قرار می‌گیرد و به‌طور غیرمستقیم نیز به‌وسیله عامل‌هایی مانند تغییر الگوی کشت و تغییر پراکنش و فعالیت ناقلین زیر تاثیر است. تغییرهایی در پراکنش جغرافیایی، نرخ رشد جمعیت، افزایش زمستان‌گذرانی، افزایش شمار نسل، استقرار فصل‌های نموی، تغییر در هماهنگ‌سازی پدیده‌شناختی محصول و آفت‌ها، تغییر در رابطه بین گونه‌ای حشره‌ها و افزایش احتمال تهاجم آفت‌های مهاجر، همگی از نتایج احتمالی تغییرهای اقلیمی هستند (Parmesan, 2007).

تأثیر تغییر اقلیم بر کیفیت میوه‌ها

بررسی‌ها نشان می‌دهند که نه تنها عملکرد، بلکه کیفیت میوه‌ها نیز در شرایط اقلیمی متغیر رشد، سال به سال بدتر می‌شود (Bhattacharjee *et al.*, 2022). افزایش دما و شدت تابش آفتاب در نتیجه تغییر اقلیم موجب کاهش سفتی بافت و آفتاب‌سوختگی شده و شیوع بیماری‌های قارچی پس از برداشت را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (Bhattacharjee *et al.*, 2022). محتوای غذایی و مقدار قندها، اسیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش سطح دی‌اکسیدکربن تغییر پیدا می‌کند. همچنین، ممکن است مقدار محصول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یابد (Bisbis *et al.*, 2019). نشان داده شده است که دماهای زیادتر به صورت مستقیم بر مقدار نورساخت تاثیر می‌گذارند و مقدار اسیدهای آلی، فلاونوئیدها، سفتی و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی را تغییر داده و در نتیجه کیفیت میوه کاهش می‌یابد. برای نمونه، انگور در دمای زیاد دارای قند بیشتر و تارتاریک اسید کمتر می‌شود (Moretti *et al.*, 2010).

تغییر مرزهای منطقه‌های مناسب کشت درختان میوه

بر پایه یافته‌های مرکز بین‌المللی علوم درختان میوه در ژاپن، به دلیل گرم‌شدن عمومی کره زمین، منطقه‌های مناسب برای کشت هر نوع میوه تا سال ۲۰۶۰ به سمت عرض‌های شمالی حرکت می‌کنند (NIFTS, 2004). همچنین، پژوهش‌ها به تغییر بهترین مکان برای کشت محصول‌های منطقه‌های معتدل در آمریکا اشاره دارند (Luedeling *et al.*, 2009). این حرکت و تغییر مرزها ممکن است به رقابت با تولیدهای منطقه‌های نیمه‌گرمسیری بیانجامد. تغییر اقلیم و گرم شدن هوا موجب شده است که درخت خرما بتواند چرخه زندگی خود را در شهرهای رفسنجان و انار در استان کرمان کامل کنند و به بار بنشینند؛ درحالی که در سال‌های پیش به دلیل سرمای هوا در پاییز و زمستان، امکان‌پذیر نبود (هاشمی‌نسب و همکاران، ۱۳۹۸).

تأثیرهای تغییر اقلیم بر دیگر فراورده‌های باغبانی

گیاهان زینتی و سبزی‌ها به شدت به اقلیم وابسته هستند و از این رو، تغییرهای اقلیمی، چه در کوتاه مدت و چه در درازمدت، سهم تعیین‌کننده‌ای در موفقیت تولید این محصولات دارند. البته، گسترش روش‌های کشت در شرایط کنترل‌شده مانند کشت گلخانه‌ای گیاهان زینتی و سبزی‌ها، تا حدودی این دشواری را کاهش داده است. افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و اثبات نظریه اثر گلخانه‌ای که برپایه آن نوع و ترکیب گازهای موجود در اتمسفر به شدت بر دمای کره زمین تأثیر می‌گذارند، حقیقت‌های انکارناپذیری هستند که رخداد تغییرهای آینده اقلیمی را محتمل ساخته‌اند (New et al., 1999; Reilly et al., 2003). واکنش گیاهان زینتی چهارکربنه (گیاهانی که در چرخه نورساخت، اولین قند تولیدی آن‌ها چهارکربنه است) که گیاهان گوشتی را هم با تفاوت‌هایی در بر می‌گیرند، با گیاهان سه‌کربنه تفاوت دارد و تولید محصول و کارایی مصرف آب در آن‌ها در این شرایط بهبود می‌یابد (Guan et al., 2017). بیشتر گیاهان زینتی سه‌کربنه هستند (مانند ورد^۱ و سبزرش‌های^۲ فصل خنک)، اما گیاهان زینتی زیادی نیز در دسته چهارکربنه‌ای‌ها (مانند تاج‌خروس و سبزرش‌های فصل گرم) و گوشتی (مانند خنجر و کاکتوس‌ها) قرار دارند. از این رو، واکنش آن‌ها به تغییر اقلیم به ویژه افزایش دما و غلظت دی‌اکسیدکربن بسیار متفاوت خواهد بود و بیشتر از این شرایط سود می‌برند. گزارشی از اثر تغییر اقلیم بر پدیده‌شناختی گیاهان صخره‌ای که قابل استفاده در باغ‌های صخره‌ای هستند، موجود است (Dorji et al., 2020) که نشان می‌دهد افزایش دما موجب زودگلدهی و سرعت در پیدایش نخستین گل گیاهانی مانند پرنیرو (*Potentilla* sp.) شده است. برخی از گیاهان زینتی مانند زبان‌پس‌قفا (*Delphinium* sp.) نیز با افزایش دما دچار کاهش گلدهی می‌شوند (Scaven & Rafferty, 2013).

تولید سبزی در آینده بسیار متفاوت‌تر از شرایط گذشته خواهد بود و تغییر اقلیم، می‌تواند اثر زیادی روی تولید سبزی داشته باشد. هنگامی که دما از حد بهینه برای فعالیت‌های زیستی گیاهان از جمله سبزی‌ها افزایش یابد، اغلب آن‌ها واکنش منفی نشان داده و دچار افت ناگهانی رشد و کاهش عملکرد می‌شوند. به طور کلی، افزایش دما در گیاهان از جمله سبزی‌ها، موجب بروز تنش گرمایی و آفتاب سوختگی بافت‌ها و سرعت در رسیدن میوه‌ها، در اثر دریافت واحد گرمایی مورد نیاز در زمان کوتاه‌تر، می‌شود.

تغییرهای اقلیمی بر گیاهان دارویی نیز همانند سایر گیاهان، تأثیر می‌گذارد. گرچه ممکن است نیاز آبی گیاهان دارویی متحمل به خشکی، در مقایسه با گیاهان دیگر، کمتر باشد، اما برای رشد اولیه به آب کافی نیازمند هستند. بنابراین، کمبود باران و خشکی اثر نامطلوبی بر این گیاهان خواهد داشت. تأثیر تغییر در الگوی بارش باران در زعفران بسیار مشهود است. بارندگی‌های پاییزه در منطقه‌های کشت زعفران برداشت گل را با دشواری رو به رو می‌سازد و در چندین سال گذشته، به دلیل این تغییرهای جوی، خسارت‌های زیادی به این محصول راهبردی ایران وارد شده است. گرم‌تر شدن هوا نیز بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان دارویی از جمله تولید گل و رشد و نمو میوه و زیست‌ساخت متابولیت‌های دارویی این گیاهان تأثیرهای نامطلوب برجای گذاشته است. برخی از ترکیب‌های دارویی و متابولیت‌های ثانویه آن‌ها از برهم‌کنش گیاهان دارویی با برخی از عامل‌های زیستی مانند حشره‌ها حاصل می‌شوند. تغییرهای اقلیمی بر جمعیت حشره‌ها و بر تولید این ترکیب‌های دارویی موثر بوده و بر تولید و صادرات این گیاهان دارویی اثر خواهند داشت (ضیایی

و همکاران، ۱۳۹۰). اثرهای تغییرهای اقلیمی بر گیاهان دارویی نشانگر این است که منطقه‌های مناسب کشت این گیاهان نیز با تغییر رو به رو خواهند شد.

واکاوی چالش‌های فراروی بخش کشاورزی صنعت باغبانی ایران

بررسی‌ها گواه این است که تمام چالش‌های فراروی صنعت باغبانی همان چالش‌های فراروی بخش کشاورزی است. نبود راهبردهای میان‌مدت و بلندمدت، ناپایداری منابع آب و خاک، زیاده‌بودن هزینه تمام شده تولید، نبود سرمایه‌گذاری کافی، تغییر اقلیم، توسعه شهرنشینی، نابرابری دسترسی به منابع، نارسایی زنجیره تامین، محدودیت دسترسی به فناوری مناسب و تحول‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی داخل و خارج از مهم‌ترین چالش‌های فراروی این صنعت است (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۹).

بررسی وضعیت کشاورزی ایران در تجارت جهانی نیز نشان می‌دهد که افزون بر جهانی‌شدن بازارها، یکپارچگی اقتصاد جهانی، رقابت شدید، نبود اطمینان، ناپایداری محیط تجارت در سطح جهان، محدودشدن مقصدهای صادراتی، تاثیر روابط سیاسی بر تجارت، تحریم‌ها، نبود اطمینان صادرکنندگان در بستن قراردادهای تجاری و دخالت دولت از جمله دشواری‌های بخش کشاورزی در تجارت جهانی می‌باشند (هاشمی، ۱۳۸۹).

در طول ۴ دهه گذشته، اقتصاد ایران از تحریم‌های اقتصادی با شدت و ضعف متفاوت تأثیر پذیرفته است. یکی از ابعاد اصلی تحول‌های اقتصادی و سیاست‌های جهانی بر صنعت باغبانی نیز تحریم‌های اقتصادی است که تهدیدها و چالش‌هایی را در کنار فرصت‌های جدید فراهم نموده است. در ایران نیز با توجه به جایگاه ویژه باغبانی و صنعت میوه‌کاری در ارزآوری باید به صورت متمایز در بحث تجارت جهانی و دستیابی ایران به اقتصاد پایدار، توجه شود. بررسی بازارهای هدف محصول‌های باغبانی ایران نشان می‌دهد که با وجود کاهش بازار صادراتی این محصولات، ایران سهم بیشتری از این بازار را به دست گرفته است (Khaksar et al., 2014).

یکی از ظرفیت‌های خوب ایران در عرصه جهانی تعامل بسیار خوب با سازمان‌ها، مرکزها و سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)^۱، شورای بین‌المللی زیتون و سایر نهادها است. به عبارت دیگر، ایران توانسته است همگام با کشورهای پیشرو در صنعت میوه‌کاری، با برقراری ارتباط سازنده با این تشکلهای، نسبت به انتقال دانش فنی و استفاده از تجارب جهانی برای افزایش ضریب بهره‌وری و ارتقای تولید، بهره‌برد. تأسیس مرکز نوآوری کشاورزی (FAO-Iran-iLab) توسط فائو در ایران با هدف تقویت ظرفیت ملی ایران در دستیابی به رویکردهای بدیع و نوآورانه برای رسیدگی به چالش‌های فزاینده مرتبط با امنیت غذا و تغذیه، انجام پروژه‌هایی با هدف بیابان‌زدایی در قالب تفاهم‌نامه همکاری فنی بین منطقه‌ای توسط فائو با عنوان «سرمایه‌گذاری و اقدام‌ها برای افزایش تاب‌آوری در برابر توفان‌های ماسه و گرد و غبار در کشاورزی»، سند همکاری فنی پسته (TCP) که به صورت دوره‌ای بین وزارت جهاد کشاورزی و فائو در راستای انتقال دانش فنی برای ارتقای تولید و صادرات پسته ایران برقرار می‌شود، برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی از جمله دوره مقدماتی ارزیابی حسی زیتون که به تازگی توسط شورای بین‌المللی زیتون برگزار شد، از جمله تعامل‌های سازنده ایران با تشکلهای و مرکزهای بین‌المللی است (FAO, 2023).

چالش دیگر فراروی صنعت باغبانی در واکنش به تحول‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی جهانی، دخالت دولت در اقتصاد کشور در عرصه جهانی است. مداخله دولت در بحث اقتصاد کشور در عرصه جهانی از چند جنبه شامل سیاست‌های نامناسب مداخله‌جویانه دولت در قیمت‌گذاری محصول‌های کشاورزی، پرداخت یارانه، کاهش بدون برنامه تعرفه‌ها، واردات بی‌رویه و در زمان نامناسب و همچنین، ممنوعیت و محدودیت صادرات برخی از محصول‌های کشاورزی قابل بررسی است که نه تنها تضعیف بازدهی سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی در مقایسه با بخش‌های دیگر اقتصاد و کاهش انگیزه تولید را در پی دارد، بلکه موجب کاهش موقعیت رقابت بین‌المللی ایران در تجارت جهانی می‌شود.

واکاوای شیوه‌های کاهش خسارت تغییر اقلیم به کشاورزی و تولیدهای باغبانی با نگرش بوم‌سازگار

تغییر اقلیم به دلیل تغییر در مقدار بارش، دما و دیگر شرایط محیطی، تأثیرهای متنوعی بر صنعت باغبانی به ویژه درختان میوه و گل‌ها و گیاهان زینتی و تا حدی در گیاهان دارویی و سبزی‌ها دارند. برای کاهش آسیب‌های تغییر اقلیم در صنعت باغبانی، می‌توان از راهکارهایی که بر اساس الگوهای سازگاری با تغییرهای محیطی طراحی شده‌اند، بهره‌گیری کرد. بخشی از راهکارها و رویکردهای مدیریتی برای کاهش اثرهای تغییر اقلیم در زیر آمده‌اند.

به‌نژادی درختان میوه با رویکرد تغییر اقلیم

با بهبود تحمل یا مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مانند خشکی، گرما و آفت‌ها، به‌نژادی می‌تواند به حفظ یا افزایش بهره‌وری محصول‌های باغبانی کمک کند و همچنین، اثرهای محیطی را کاهش دهد. به‌نژادی رقم‌های متحمل به خشکی و شوری، بهبود تحمل گیاهان در برابر دماهای بالا و پایین، بهبود کارایی بهره‌گیری از مواد غذایی، به نژادی رقم‌های مقاوم به آفت‌ها و بیماری‌ها و به‌نژادی رقم‌های با نیاز سرمایی کم از جمله کارکردهای به‌نژادی در تعدیل تغییر اقلیم است. به‌نژادی سنتی هر چند روشی مطمئن و پایدار برای تغییر ژنتیکی گیاهان می‌باشد، اما در بسیاری از موارد روشی زمان‌بر و دشوار است. این دشواری‌ها در مورد درختان میوه که چرخه به‌نژادی طولانی دارند، از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار است. با پدید آمدن دانش زیست‌فناوری و توسعه روزافزون آن، تحولی شگرف در بهبود ژنتیکی درختان میوه ایجاد شده است. با کمک فناوری‌های جدید، برنامه به‌نژادی درختان میوه هدفمندتر و بسیار سریع‌تر شده و امکان دستیابی به رقم‌ها و پایه‌های تجاری در بازه زمانی کوتاه، فراهم شده است. نشانگرهای مولکولی، گزینش به کمک نشانگر^۱، انتقال ژن و تولید گیاهان ترانژن، توسعه فنون توالی‌یابی و ویرایش ژنوم از جمله مهمترین فنون زیست‌فناوری هستند که به کمک به‌نژادگران درختان میوه آمده‌اند تا بتوانند برنامه‌های به‌نژادی هدفمندتر و دقیق‌تری را انجام دهند. افزون بر این، با بهره‌گیری از این فناوری‌ها امکان تعدیل پیامدهای منفی ناشی از پدیده تغییر اقلیم وجود دارد (Dalla Costa et al., 2017; van Nocker & Gardiner, 2014).

گزینش رقم‌های با نیاز سرمایی کم

پس از گزینش و کاشت رقم‌های مناسب در باغ، لازم است که آن‌ها برای چندین دهه در مرحله تولید باقی بمانند. نیاز به پیش‌بینی و سازگاری با تغییرهای اقلیمی برای پرورش‌دهندگان محصول‌های درختی بسیار ضروری است. حتی گونه‌های تجاری موجود در میوه‌ها نیز ممکن است به دلیل تغییرهای اقلیمی، عملکرد ضعیفی داشته باشند. این مسئله موجب به‌وجود آمدن روش‌های کشت و کار مکانیکی و شیمیایی برای کاهش مشکل ناشی از سرمای ناکافی شده است (Haokip et al., 2020). بهره‌گیری از رقم‌های با نیاز سرمایی کم، عملی‌ترین راه حل برای مشکل سرمای ناکافی زمستان است.

خنک کردن برای جبران نیاز سرمایی

روش دیگر برای انگیزش شکفتن جوانه، افزایش ساعت‌های سرما با سرد کردن تبخیری جوانه‌ها در دوره درون‌خفتگی^۱ است. سرمایش تبخیری به کاهش دمای جوانه در شرایط معتدل زمستانی کمک می‌کند و در نتیجه شمار ساعت‌های سرمای مورد نیاز برای جوانه‌زدن مناسب را افزایش می‌دهد. تأثیر هم‌افزایی ماده شیمیایی دورمکس (سیانامید هیدروژن) و خنک کردن تبخیری توسط آبیاری بارانی متناوب در ساعت‌های اوج گرمای روز در بهبود شکفتن جوانه و عملکرد در کیوی گزارش شده است (Allan et al., 1995). همچنین، در جاهایی که نگرانی سرمازدگی بهاره وجود دارد، پاشیدن آب روی جوانه‌ها موجب خنک شدن جوانه‌ها در دوره تأمین نیاز گرمایی شده و شکفتن جوانه به تأخیر افتاده و خطر سرمازدگی کمتر می‌شود (Uzun & Caglar, 2001).

رویارویی با زمستان‌های گرم

زمستان‌های گرم‌تر به خاطر تغییر اقلیم، دشواری رو به رشد برای تولیدکنندگان میوه است. بسیاری از گونه‌ها و رقم‌های کنونی درختان میوه منطقه‌های معتدل برای تولید میوه خوب در تابستان به زمستان سرد طولانی نیاز دارند و تغییرهای اقلیمی چرخه طبیعی آن‌ها را بر هم می‌زند. بهره‌گیری از رقم‌های با نیاز سرمایی کم، یکی از راهبردهای کلیدی بر پایه الگوهای سازگاری با تغییر اقلیم در درختان میوه است. در حال حاضر برنامه‌های به‌نژادی چندی روی درختان میوه منطقه‌های معتدل برای دستیابی به رقم‌های با نیاز سرمایی پایین در حال انجام است (Salama et al., 2021).

رویارویی با گرم شدن زود هنگام

آغاز زود هنگام فصل به عنوان پیامد منفی از تغییر اقلیم و به دنبال آن گلدهی زود هنگام درختان میوه، خسارت سرمای دیررس بهاره را افزایش می‌دهد. بنابراین، یکی از راهبردهای کاربردی برای تعدیل پیامد منفی ناشی از تغییر اقلیم، بهره‌گیری از رقم‌ها و گونه‌های دیرگل و دیربرگ است.

بهره‌گیری از سودمندی‌های پایه‌های درختان میوه

پایه مناسب، یکی از راهبردها برای افزایش انعطاف‌پذیری به تغییر اقلیم است. بهره‌گیری از درختان پیوندی روی پایه‌های متحمل به تنش، به عنوان یک راه موثر و پایدار برای رویارویی با عامل‌های محدودکننده ناشی از تغییر اقلیم است. مشخص شده است که در مرکبات پایه 'Rangpur Lime' تحمل بیشتری نسبت به خشکی، آهک و فایتوفتورا دارد، بنابراین می‌تواند به عنوان پایه استفاده شود (Malhotra, 2017). در خرما، افزایش بیان ژن *S6PDH* موجب افزایش تولید سوربیتول و افزایش تحمل به شوری شد (Gao et al., 2001). ژن *MdGRF6* در سیب موجب افزایش تحمل به تنش شوری شد که با انتقال و افزایش بیان آن، می‌توان تحمل گیاهان به تنش شوری را افزایش داد (Zhu et al., 2023).

پرهیز از ورود به خفتگی

در منطقه‌هایی با زمستان‌های ملایم‌تر، زمانی که برخی از درختان وارد خفتگی می‌شوند، اما نیاز سرمایی آن‌ها تأمین نمی‌شود، با روش‌هایی می‌توان از ورود گیاهان به شرایط خفتگی جلوگیری کرد و موجب شکفتن جوانه بدون تأمین نیاز سرمایی شد. مشاهده شده است که می‌توان به طور مصنوعی با برگ‌زدایی درختان درست پس از برداشت، موجب از سرگیری رشد، بدون نیاز به دوره خفتگی شد (Griesbach, 2007). گفته شده است که برگ‌زدایی درختان آن‌ها را توانا می‌سازد تا چرخه محصول سالانه خود را بدون نیاز به سرما از سر بگیرند که تولید میوه‌های معتدل را در کشورهای

مانند هند و کنیا ممکن کرده است (Luedeling *et al.*, 2009). آبیاری نکردن در طول فصل خشک پس از برداشت برای کمک به خفتگی یک فن رایج است (Griesbach, 2007). در مکزیک، هرس و آبیاری دیر هنگام تأثیر چشمگیری بر شکستن جوانه هلو داشت (Diaz *et al.*, 1985).

مدیریت آب و خاک باغ‌ها

گزینه‌های زیادی در فناوری‌های مدیریت خاک، آب و کود وجود دارند که می‌توانند به سازگاری و کاهش اثرهای تغییر اقلیم کمک کنند. افزودن بقایای گیاهی و کود دامی به خاک‌های زراعی موجب بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود (Benbi *et al.*, 2011). به کارگیری خاکپوش، اثرهای نامطلوب گرمایش جهانی را کاهش می‌دهد و بهره‌وری زمین را به طور کلی حفظ می‌کند (Bhatt & Kukal, 2015). آبیاری پایدار با بهره‌گیری از سیستم‌های آبیاری هوشمند باید با هدف کاهش هدررفت آب، تامین نیازهای آبی محصول‌های کشاورزی و حفظ جریان‌های بوم‌شناختی در رودخانه‌ها و سفره‌های زیرزمینی باشد. در سطح کشتزار، می‌توان از راه جمع‌آوری رواناب‌ها و بهره‌گیری از آب‌های ذخیره شده برای فصل‌های کم باران، تا حدی از اثرهای تغییر اقلیم کاست.

بهره‌گیری از فناوری‌های جدید در مدیریت باغ

فناوری‌های نوین مانند سیستم‌های تصویربرداری ماهواره‌ای و ابزارهای پیشرفته اندازه‌گیری خاک و آب، به باغداران کمک می‌کنند تا بهترین تصمیم را برای کاشت، آبیاری و مدیریت محصول خود بگیرند. این فناوری‌ها بهبود عملکرد، کاهش هدررفت منابع و کاهش آسیب‌های تغییر اقلیمی را به دنبال دارند. از فناوری تصویربرداری بر پایه طیف‌سنجی با بهره‌گیری از فن‌های مختلف از جمله شبکه عصبی^۱، واکاوی تجزیه خطی^۲، الگوریتم تطبیق تصویر همبستگی محصول نرمال شده^۳ و مانند این‌ها شرایط را برای تشخیص طغیان آفت‌ها و بیماری‌ها و همچنین نوسان‌های آبی و تغذیه باغ‌ها بهره‌گیری می‌شود. یکی دیگر از کاربردهای فناوری‌های نوین به منظور مدیریت بهینه باغ‌ها با رویکرد تغییر اقلیم، بهره‌گیری از حسگرهای هوشمند تعیین وضعیت تغذیه‌ای و آب درختان میوه است. همچنین، دستکاری روزنه‌ها یکی از گلوگاه‌های مهم برای بهبود بازده مصرف آب می‌باشد (Bertolino *et al.*, 2019). از فناوری‌های نوین می‌توان در این زمینه کمک گرفت. برای نمونه، افزایش بیان ژن *EPF1* از راه بهبود بسته شدن روزنه‌ها بازده مصرف آب را بهبود می‌بخشد (Caine *et al.*, 2019).

بهره‌گیری از ترکیب‌های شیمیایی در مدیریت باغ

در سال‌های اخیر، بررسی‌های بسیاری روی کاربرد فنون به‌زراعی برای کاهش تأثیر منفی تنش گرما بر درختان میوه متمرکز شده‌اند. برای نمونه، گزارش شده است که کائولن اثرهای مثبتی بر کاهش دمای شاخساره دارد و بدون این که بر تبادل گازی درختان میوه اثر منفی داشته باشد، عملکرد و کیفیت میوه را افزایش می‌دهد (Valentini *et al.*, 2021). در برخی از موردها می‌توان از ترکیب‌های شیمیایی برای شکستن خفتگی جوانه بهره گرفت. چندین ترکیب مانند روغن معدنی، تیورا و عصاره سیر، دارچین، قهوه، زنجبیل، میخک، کلوسنت، زیتون، سیر، فلفل قرمز، سیاهدانه و زردچوبه وجود دارند که برای شکستن خفتگی درختان به کار می‌روند (Seif El-Yazal *et al.*, 2014). افزون بر ترکیب‌های آلی برخی از ترکیب‌های شیمیایی مانند دورمکس و تیودیازورون یا ترکیب‌های نیتروژنی وجود دارند که در شکستن خفتگی زمستانی و انگیزش گلدهی نقش دارند و می‌توانند راهکاری کارآمد برای جایگزینی نیاز سرمایی و سازگاری با تغییر اقلیم باشند (Seif El-Yazal *et al.*, 2013; Salama *et al.*, 2021). بهره‌گیری از مواد آلی کمپوست، ورمی کمپوست و بیوجار^۴ به عنوان جایگزین پیت‌خزه در تولید گیاهان زینتی، راهبرد زیستی جالبی برای

ذخیره کربن در آن‌ها و کاهش آلودگی کربن در محیط است. برای نمونه، بیوپار می‌تواند کربن ذخیره شده را برای قرن‌ها نگه دارد و چرخه زندگی را بهبود بخشد (Alvarez *et al.*, 2018).

بهره‌گیری از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی

تأخیر در زمان باز شدن جوانه‌ها و ناهماهنگ باز شدن جوانه‌ها یکی دیگر از اثرهای تغییر اقلیم می‌باشد که به دلیل تأمین نشدن نیاز سرمایی می‌باشد. بهره‌گیری از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در درختان میوه می‌تواند راهکاری برای جبران بخشی از نیاز سرمایی باشد.

بهره‌گیری از گوناگونی محصول‌ها

افزایش گوناگونی محصول‌ها موجب می‌شود که پرورش‌دهندگان درختان میوه در برابر خطرهای کمتری قرار بگیرند. برای نمونه، اگر در یک منطقه تنها یک میوه ویژه کشت شود، در صورتی که این محصول زیر تأثیر تغییرهای اقلیمی قرار بگیرد، پرورش‌دهندگان بخش بزرگی از درآمد خود را از دست خواهند داد و اگر محصول‌های گوناگونی در منطقه باشند، خطرهای کاهش می‌یابد (Dey *et al.*, 2016).

بهره‌گیری از گلخانه، سایبان، توری و مواد ضد تعرق

به بهره‌گیری از سایبان‌ها، شبکه‌های توری و محیط‌های کنترل شده برای مدیریت بسیاری از چالش‌های پیش‌روی گیاهان و درختان میوه مانند خشکسالی، تغییر اقلیم، فرسایش بستر کاشت، کنترل تنش‌های دمایی و عامل‌های خسارت‌زا مانند تگرگ، آفتاب سوختگی و حمله آفت‌ها توجه شده است. تولید محافظتی با بهبود شرایط تنشی و افزایش بازده مصرف نهاده‌ها و تولید، موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. در این راستا، بهره‌گیری از مواد ضد تعرق مانند کیتوسان^۱، کائولین^۲ و مانند این‌ها که تابش گرمایی از قسمت‌های گیاه را بازتاب می‌دهند، موجب کاهش هدررفت آب در اثر تعرق و کاهش دمای سطح میوه و برگ می‌شوند (Chawla *et al.*, 2011).

توجه به مهاجرت گیاهی

در سال‌های اخیر فضاهای سبز و باغ‌های منطقه‌های مختلف کشور میزبان میهمانان جدیدی هستند که در سال‌های پیش امکان کامل کردن چرخه زندگی خود را در این منطقه‌ها نداشتند یا گیاهانی که در همان منطقه‌ها رشد بسیار خوبی داشتند و به علت گرم شدن جهانی و تغییرهای اقلیمی به شدت دچار مشکل گردیده‌اند و نمی‌توانند چرخه زندگی خود را به راحتی دهه‌های پیش، کامل کنند. پژوهش‌های ۳۰ ساله روی پدیده‌شناختی درختان سیب در ژاپن نشان داد که گرمایش جهانی موجب افزایش دوره رشد و کاهش دوره خفتگی شده است (Fujisawa & Kobayashi, 2010). در ایران نیز یافته‌های میدانی نشان می‌دهند که درختانی مانند گردو، چنار و افرا که در شهر شیراز به خوبی رشد می‌کردند و بسیار شاداب بودند، در سال‌های اخیر به علت گرمای تابستان نمی‌توانند رشد خوبی داشته باشند و دچار آفتاب‌سوختگی شدید برگ‌ها می‌شوند. همچنین، در شهرستان‌های جنوبی استان فارس مانند لار و جهرم در دهه‌های گذشته مرکبات به خوبی رشد و محصول با کیفیتی تولید می‌کردند، اما در سال‌های اخیر با تغییر اقلیم، این گیاهان در تابستان به علت گرمای شدید دچار آفتاب سوختگی شدید در میوه‌ها و سرشاخه‌ها شده و به شدت عملکرد و کیفیت میوه‌ها کاهش یافته است.

برنامه‌ریزی برای مدل‌سازی اقلیمی، پهنه‌بندی و تغییر الگوی کشت

برنامه‌ریزی برای مدل‌های اقلیمی و پهنه‌بندی برای محصول‌های مختلف باغبانی در سطح کشور ضروری است، زیرا این گونه مدل‌سازی‌ها، تولیدکنندگان و دست‌اندرکاران بخش باغبانی کشور را توانا می‌سازد تا گام‌های مناسبی برای به کمینه رساندن تاثیرهای منفی تغییر اقلیم بردارند. تغییر الگوی کشت به عنوان یکی از راهکارهای همسوسازی بدون هزینه در رویارویی و کاهش زیان ناشی از تغییر اقلیم می‌باشد.

افزایش دی‌اکسیدکربن در گلخانه‌ها

گیاهان پاسخ‌های متفاوتی به افزایش دی‌اکسیدکربن دارند. گیاهان زینتی سه‌کربنه واکنش سریعی به افزایش غلظت این گاز نشان می‌دهند، اما در رویارویی با دماهای زیاد همراه با افزایش این گاز، توان بهره‌گیری آن‌ها کاهش یافته یا باز داشته می‌شود. واکنش گیاهان زینتی چهارکربنه با گیاهان سه‌کربنه تفاوت دارد و تولید محصول و کارایی مصرف آب در آن‌ها در این شرایط بهبود می‌یابد (Guan et al., 2017).

آگاهی دادن زودهنگام از رخداد پدیده‌های ناشی از تغییر اقلیم

آگاهی دادن زودهنگام از رخداد پدیده‌های ناشی از تغییر اقلیم توسط سازمان هواشناسی و اطلاع‌رسانی گسترده و متناسب با اقلیم و کشاورزی هر منطقه همانند اطلاع‌رسانی از احتمال رخداد بارش‌های غیرعادی، سیل و مانند این‌ها می‌تواند تا حدودی از خسارت این گونه پدیده‌ها بکاهد.

آموزش و ترویج

آموزش و ترویج در زمینه‌های مختلف مرتبط با صنعت میوه‌کاری، می‌تواند به تولیدکنندگان کمک کند تا با تغییرهای اقلیمی بهتر رویارویی کنند و راهکارهایی موثر برای کاهش اثر آسیب‌های تغییر اقلیم بر صنعت باغبانی پیدا کنند. در این مسیر، ضمن آموزش باغداران پیشرو، همکاری و تعامل بین باغداران، دولت، سازمان‌های مرتبط و سایر نهادها می‌تواند به کاهش آسیب‌های تغییر اقلیم بر صنعت باغبانی کمک نماید. این همکاری و تعامل می‌تواند شامل تبادل دانش، ارائه حمایت مالی و فنی، توسعه سیاست‌های حمایتی و مدیریتی و مانند این‌ها باشد.

راهکارهای رویارویی با چالش‌های فراروی کشاورزی و صنعت باغبانی ایران

به طور خلاصه، راهکارهای زیر برای حل بخشی از دشواری‌های فراروی صنعت کشاورزی و به ویژه زیر بخش باغبانی ایران در واکنش به تغییر اقلیم در رابطه با تحول‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی جهانی پیشنهاد می‌شوند.

- ❖ تقویت ارتباط‌های بین‌المللی ایران با مرکزها، مجمع‌ها و سازمان‌های بین‌المللی و پژوهشگران تراز اول جهان در راستای انتقال دانش فنی به کشور با هدف ارتقای تولید و صادرات محصول‌های کشاورزی.
- ❖ استفاده از رابطه‌های سیاسی برای حذف کشورهای واسطه در عرضه محصول‌های کشاورزی و عرضه مستقیم محصول‌های کشاورزی و باغبانی ایران در بازار جهانی.
- ❖ همکاری بین‌المللی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی افزایش یابد. همکاری بین‌المللی می‌تواند در بهبود فناوری‌های کشاورزی، بهبود مدیریت منابع طبیعی و رویارویی با چالش‌های مشترک کمک کند. اتحادیه‌ها و سازمان‌های مربوط می‌توانند در این زمینه اقدام‌های کلان‌تری را آغاز کنند (World Bank, 2014).
- ❖ اتخاذ راهبردهای میان‌مدت و بلندمدت برای بخش کشاورزی در عرصه جهانی و تسریع فرایند کاهش سیاست‌های مداخله‌جویانه دولت در تجارت جهانی بخش کشاورزی.

- ❖ اتخاذ سیاست‌های درست ارزی برای صادرات محصول‌های کشاورزی.
- ❖ با توجه به این که ایران در بیشتر زمینه‌های رقابتی در تجارت جهانی از رقبای خود ضعیف‌تر عمل کرده است، لازم است برای هر گروه از کالاهای کشاورزی، کارگروه تخصصی ایجاد شود تا روند تغییرها سرعت بیشتری داشته باشند.
- ❖ آینده‌پژوهی وضعیت کشاورزی و منابع طبیعی ایران با توجه به تغییرهای جهانی و روند رشد فناوری‌ها بسیار ضروری است. تقویت و تمرکز بیشتر به اقتصاد بر پایه کشاورزی و به ویژه باغبانی به عنوان محصول‌های با کارایی بالای مصرف آب و ارزآور از جمله مهم‌ترین راهکارها برای تقویت اقتصاد پایدار ایران، به ویژه در عرصه جهانی است.
- ❖ تقویت بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی با کاهش تعرفه‌ها، اتخاذ سیاست‌های تشویقی، کمک به بستن قراردادهای بین‌المللی و مانند این‌ها.
- ❖ به تبلیغات و بازاریابی حرفه‌ای و تلاش برای شرکت همه‌جانبه در نمایشگاه‌های بین‌المللی هرچه بیشتر پرداخته شود.
- ❖ با توجه به تأثیر مثبت فناوری بر صادرات محصول‌های کشاورزی و باغبانی، باید با ایجاد فضای امن سرمایه‌گذاری، ایجاد بسترها و امکان زیربنایی، اولویت‌بندی بخش‌های پربازده و ارتقای دانش و مهارت نیروی انسانی زمینه استفاده موثرتر از سودمندی‌های فناوری فراهم آید.
- ❖ کشاورزی و باغبانی پایدار که در برگیرنده استفاده بهینه از آب، خاک و نهاده‌های طبیعی است، گسترش یابد.
- ❖ انواع صنعت برای کاهش وابستگی به کشاورزی که در برگیرنده ایجاد صنعت‌های غذایی و فرآوری، ایجاد شغل‌های جدید در بخش صنعت و تولید کیفی محصول‌های کشاورزی است، گسترش یابد.
- ❖ برنامه‌ریزی برای مدل‌سازی اقلیمی و پهنه‌بندی برای محصول‌های مختلف باغبانی در ایران ضروری است.
- ❖ به کارگیری تغییر الگوی کشت به عنوان یکی از راهکارهای همسوسازی بدون هزینه در رویارویی و کاهش زیان ناشی از تغییر اقلیم، لازم است.
- ❖ برای تولید پایدار محصول‌های باغبانی، باید به باغداری به عنوان یک صنعت نگریسته شود و دنبال اجرای ایده‌هایی بود که با هزینه کمتر بتوانند باغ‌ها را از خطر سرمای بهاره و دیگر دشواری‌ها، حفظ کنند.
- ❖ برنامه‌ریزی و حمایت مالی از تولیدکنندگان بخش‌های مختلف باغبانی برای آمادگی آنان در برابر تأثیرهای تغییر اقلیم، از قبیل: سیستم‌های نوین آبیاری، استفاده از دستگاه‌های خنک‌کننده در زمان رشد محصول و پس برداشت آن، تغییر سیستم کشت به سمت کشت‌های گلخانه‌ای و همچنین بیمه محصول‌های باغبانی باید در دستور کار قرار گیرند.

جمع‌بندی

در جمع، نبود شناخت علمی از کارکردها و تأثیرگذاری پدیده‌های طبیعی شامل قلمرو بیابانی و تغییر اقلیم و پدیده‌های انسان‌ساخت شامل مدیریت آب و تغییر کاربری زمین بر محیط‌های طبیعی کشور، در چند دهه گذشته، زمینه را برای شکل‌گیری این ابرچالش‌ها در منابع طبیعی و محیط زیست فراهم کرده است (فرآشینی و همکاران، ۱۴۰۲). چالش‌های فراروی کشاورزی و منابع طبیعی ایران نه تنها نشان‌دهنده این است که ایران یک کشور با نیازهای ویژه است، بلکه نشان‌دهنده وابستگی ایران به تحول‌های جهانی نیز می‌باشد. استفاده از راهکارهای کاهش خسارت و بهره‌گیری از فناوری‌های پایدار، می‌تواند ایران را به یک کشور با توسعه پایدار و مقاوم در برابر چالش‌های آینده تبدیل کند.

منابع

- احمدی، حمزه؛ فلاح فاله‌ری، غلامعباس؛ باعقیده، محمد؛ امیری، محمداسماعیل. (۱۳۹۷). بررسی اثرهای تغییر اقلیم بر الگوی انباشت گرمایی منطقه‌های کشت درخت سیب در ایران در دوره آینده. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۵(۲)، ۳۵-۵۴.
- ایزدپناه، کرامت الله. (۱۴۰۳). مروری کوتاه بر فناوری‌های نوین در زمینه سنجش و مدیریت بیماری‌های ویروسی و شبه ویروسی گیاهان ۱ - سنجش. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۹(۱)، ۵۱-۶۴.
- بذرافشان، جواد؛ خلیلی، علی؛ زندپارسا، شاهرخ؛ سپاس‌خواه، علیرضا؛ علیزاده امین؛ فرهودی، جواد. (۱۴۰۱). واکاوی اسنادی فناوری‌های نوین آبیاری و آب کشاورزی در جهان و امکان بومی‌سازی آن‌ها در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۷(۲)، ۱۳۹-۱۵۸.
- خوشخوی، مرتضی؛ وحدتی، کورش؛ صالحی، حسن؛ عزیزی، مجید؛ عشقی، سعید؛ حقیقی، مریم؛ گریگوریان، وازگین؛ تفضلی، عنایت اله. (۱۴۰۲). راهکارهای بومی‌سازی فناوری‌های نوین صنعت باغبانی ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۱۷-۲۸.
- زندپارسا، شاهرخ؛ دیداری، شهره؛ سپاس‌خواه، علیرضا. (۱۴۰۳). کاهش تدریجی مصرف آب کشاورزی گامی مؤثر در سازگاری با کمبود آب در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۹(۱)، ۱۹-۳۴.
- شاکری، منصور. (۱۳۸۴). بررسی اثرهای سرمای زودرس پاییزه روی درختان انار. *همایش علمی کاربردی راههای مقابله با سرمازدگی. سازمان جهادکشاورزی استان یزد، ایران*.
- شریفی تهرانی، عباس؛ مهدوی دامغانی، عبدالمجید. (۱۴۰۲). بررسی فناوری‌های نوین در کشاورزی و منابع طبیعی در ایران. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۱۶-۱.
- ضیایی، محمد، امیری باغبادرانی، فاطمه؛ عباسی، سارا؛ روشنی، سمیه. (۱۳۹۰). *اثر عامل‌های اقلیمی بر کاهش جمعیت پسیل مولد گزائنگین Cyamophila dicora (loginova) در مراتع‌های گون‌گزی Astragalus adscendens Bois's & Housskn شهرستان خوانسار در زاگرس مرکزی*. همایش ملی جنگل‌های زاگرس مرکزی، قابلیت‌ها و تنگناها. ۲-۳ آذر، خرم‌آباد، لرستان.
- عباسپور گیلانده، یوسف و محتسبی، سید سعید. (۱۴۰۳). مروری بر فناوری‌های نوین بوم‌سازگار در کشاورزی هوشمند. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۹(۱)، ۶۵-۷۶.
- فرآشینی، محمدابراهیم؛ غنایی، صدیقه؛ کازرانی، فرزانه؛ ناجی، حمیدرضا؛ عسکری، حسن؛ و همکاران. (۱۴۰۲). درآمدی بر حفاظت پایدار از عرصه‌های طبیعی ایران، چالش‌ها و راهبردها. *مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۸(۱)، ۸۵-۱۰۲.
- کشاورز، عباس؛ فکاری سردهایی، بهزاد؛ بیکی، اعظم؛ خسروی، عبدالرحیم؛ فارسی، محمد مهدی؛ ملکیان، راحله؛ نژدعلی، عاطفه. (۱۳۹۹). *چالش‌های موجود در بخش کشاورزی ایران*. مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب اتاق ایران.
- کیانی، سروش؛ شهرکی، جواد؛ اکبری، احمد؛ سردار شهرکی، علی. (۱۳۹۸). اثر تغییرهای اقلیمی بر تولید بخش کشاورزی ایران: مطالعه موردی محصول گندم. *پژوهش‌های کاربردی زراعی*، ۳۲(۴)، ۱۰۹-۱۲۷.
- هاشمی، سید مجید. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر کاربرد تجارت الکترونیکی بر میزان صادرات فرآورده های نفت، گاز و پتروشیمی. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۱۴(۵۴)، ۱۷۱-۲۰۰.
- هاشمی نسب، حجت؛ جوانشاه، امان‌اله؛ پناهی، بهمن؛ اسماعیل‌پور، علی؛ و قاسمی، مصطفی. (۱۳۹۸). *تغییرهای آب و هوایی، گرمایش جهانی و تامین نیاز سرمایی درختان پسته: چالش‌ها و راهکارها*. موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته، کرمان.

- یداللهی، عباس؛ برزگر، کاظم؛ ساریخانی خرمی، سعادت؛ اسدی، اکرم؛ فتوحی، آقارضا. (۱۳۹۱). سرمازدگی درختان میوه و مدیریت آن در باغها. انتشارات میثاق فرزنانگان (به سفارش وزارت جهاد کشاورزی): ۲۳۸ ص.
- Allan, P., Linsley-Noakes, G. C., Holcroft, D. M., Brunette, S. A., Burnett, M. J., & Cathcart-Kay, A. (1995, September). Kiwifruit research in a subtropical area. In *III International Symposium on Kiwifruit 444* (pp. 37-42).
- Benbi, D. K., Manch&a, J. S., Gossal, S. K., Walia, S. S., Toor, A. S., & Minhas, P. S. (2011). Soil health issues for sustaining agriculture in Punjab. *Research Bulletin*, 4, 42.
- Bhatt, R., & Kukal, S. S. (2015). Soil moisture dynamics during intervening period in rice-wheat sequence as affected by different tillage methods at Ludhiana, Punjab, India. *Soil & Environment*, 34(1).
- Bhattacharjee, P., Warang, O., Das, S. & Das, S. (2022). Impact of climate change on fruit crops:-A review. *Current World Environmental*. 17(2), 319-330.
- Bisbis, M.B., Gruda, N.S. & Blanke, M.M. (2019). Securing horticulture in a changing climate—A mini review. *Horticulturae*, 5(3), 56.
- Chawla, R., Sheok&, A., Rai, M. R., & Kumar, R. (2011). Impact of climate change on fruit production & various approaches to mitigate these impacts. *Tropical Fruits*, 26.
- Dalla Costa, L., Malnoy, M. & Gribaudo, I., (2017). Breeding next generation tree fruits: technical & legal challenges. *Horticulture Research*, 4(1), 1-11.
- del Carmen Orozco-Mosqueda, M. (2020). ACC deaminase in plant growth-promoting bacteria (PGPB): An efficient mechanism to counter salt stress in crops. *Microbiological Research*. 235, 126439.
- Diaz, D. H., Alvarez, A., & S&oval, J. (1985, December). Cultural & chemical practices to induce uniform bud break of peach & apple under warm climates in Mexico. In *II International Workshop on Temperate Zone Fruits in the Tropics & Subtropics 199* (pp. 129-136).
- FAO. (2023). Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO) in the Islamic Republic of Iran. <https://www.fao.org/iran/news/en/>
- Fujisawa, M., & Kobayashi, K. (2010). Apple (*Malus pumila* var. *domestica*) phenology is advancing due to rising air temperature in northern Japan. *Global Change Biology*, 16(10), 2651-2660.
- Gao, M., Tao, R., Miura, K., Dandekar, A. M., & Sugiura, A. (2001). Transformation of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) with apple cDNA encoding NADP-dependent sorbitol-6-phosphate dehydrogenase. *Plant Science*, 160(5), 837-845.
- Griesbach, J. (2007). *Growing temperate fruit trees in Kenya*. World Agroforestry Centre.
- Guan, K., Sultan, B., Biasutti, M., Baron, C., Lobell, D.B. (2017). Assessing climate adaptation options & uncertainties for cereal systems in West Africa. *Agric. Forest Meteorol.*, 232, 291-305.
- Hajinia, Z., Sarikhani, S. & Vahdati, K., (2021). Exploring low-chill genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in west of Iran. *Genetic Resources & Crop Evolution*. 68, 2325-2336.
- Haokip, S.W., Shankar K. & Lalringheta J. (2020). Climate change & its impact on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy & Phytochemistry*, 9(1), 435-438.
- IPCC. (2007). Climate change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. & Miller, H.L., Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA, 996 p.
- Kent P. (2008). Helping fruit trees cope with global warming. *Clemson University*. <http://www.clemson.edu/biosci/faculty/bielenberg>
- Khaksar, A. H., Yaghoubi, M., & Kalateharabi, V. (2014). Determining revealed comparative advantage & target markets for Iran's stone fruits. *Journal of Agricultural Science & Technology*; 16, 253-264.
- Luedeling, E., (2012). Climate change impacts on winter chill for temperate fruit & nut production: a review. *Scientia Horticulturae*. 144, 218-229.
- Luedeling, E., Zhang, M. & Girvetz, E.H. (2009). Climatic changes lead to declining winter chill for fruit & nut trees in California during 1950–2009. *PLoS ONE*. 2009; 4:e6166.
- Malhotra, S. K. (2017). Horticultural crops & climate change: A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(1), 12-22.

- Moretti, C.L., Mattos, L.M., Calbo, A.G. & Sargent, S.A. (2010). Climate changes & potential impacts on postharvest quality of fruit & vegetable crops: A review. *Food Research International*. 43(7), 1824-1832.
- Muchie, A. & Assefa, F. (2021). Impact of climate change on horticultural crops production & quality: A Review. *American Journal of Bioscience & Bioengineering*. 9(6), 156-161.
- New, M., Hulme, M. & Jones, P. (1999). Representing twentieth century space-time climate variability. Part I. Development of a 1961–1990 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climatology*. 12, 829-856.
- NIFTS. (2004). The least information on environmental topics from Japan to the world. How Will Global Warming Affect Fruit Production. <http://www.japanfs.org>.
- Parmesan, C. (2007). Influences of species, latitudes & methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*. 13(9), 1860-1872.
- Rehman, M.U., Rather, G.H., Gull, Y., Mir, M.R., Mir, M.M., Waida, U.I. & Hakeem, K.R. (2015). Effect of climate change on horticultural crops. In: *Crop production & global environmental issues*, Springer, Cham. pp. 211-239.
- Reilly, J., Tubiello, F., McCarl, B., Abler, D., Darwin, R., Fuglie, K., Hollinger, S., Izaurralde, C., Jagtap, S., Jones, J., Mearns, L., Ojima, D., Paul, E., Paustian, K., Riha, S., Rosenberg, N. & Rosenzweig, C. (2003). Agriculture & climate change: new results. *Climatic Change*. 57, 43-69.
- Salama, A. M., Ezzat, A., El-Ramady, H., Alam-Eldein, S., Okba, S., Elmenofy, H., Hassan, I., Illés, A. & Holb. I. (2021). Temperate fruit trees under climate change: Challenges for dormancy & chilling requirements in warm winter regions. *Horticulturae* 7 (4), 86.
- Sandor, M.E., Aslan, C.E., Pejchar, L. & Bronstein, J.L. (2021). A mechanistic framework for understanding the effects of climate change on the link between flowering & fruiting phenology. *Frontiers in Ecology & Evolution*. 9, 752110.
- Scaven, V.L. & Rafferty, N.E. (2013). Physiological effects of climate warming on flowering plants & insect pollinators & potential consequences for their interactions, *Current Zoology*. 59, 418–426.
- Seif El-Yazal, M.A.S.; El-Yazal, S.A.S.; Rady, M.M. (2014). Exogenous dormancy breaking substances positively change endogenous phytohormones & amino acids during dormancy release in ‘Anna’ apple trees. *Plant Growth Regul*, 72, 211–220.
- Seif El-Yazal, M.A.S.; Rady, M.M. (2013). Trees foliar-applied Dormex™ or thiourea-enhanced proline & biogenic amine contents & hastened breaking bud dormancy in “Ain Shemer” apple. *Trees*, 27, 161–169.
- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H. & Battaglia, M.L. (2021). Drought stress impacts on plants & different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*. 10(2), 259.
- Subedi, S. (2019). Climate change effects of Nepalese fruit production. *Advances in Plants Agricultural Reserch*. 9(1), 141-145.
- Swaminathan, M.S. & Kesavan, P.C. (2012). Agricultural research in an era of climate change. *Agricultural Research*. 1(1), 3-11.
- Uzun, M., & Caglar, S. (2001). The effect of evaporative cooling on pistachio bloom delay. In *XI GREMPA Seminar on Pistachios & Almonds. Zaragoza: CIHEAM* (pp. 219-222).
- Vahdati, K. & Leslie, C. (2013). Abiotic stress: plant responses & applications in agriculture, *BoD–Books on Dem*. 420p. DOI: 10.5772/45842
- Vahdati, K., Massah Bavani, A.R., Khosh-Khui, M., Fakour, P. & Sarikhani, S. (2019). Applying the AOGCM-AR5 models to the assessments of land suitability for walnut cultivation in response to climate change: A case study of Iran. *PLoS One*. 14(6), p.e0218725.
- Valentini, G., Pastore, C., Allegro, G., Muzzi, E., Seghetti, L. & Filippetti, I. (2021). Application of Kaolin & Italian Natural Chabasite-Rich Zeolite to Mitigate the Effect of Global Warming in *Vitis vinifera* L. cv. Sangiovese. *Agronomy*, 11(6), p.1035.
- van Nocker, S. & Gardiner, S.E. (2014). Breeding better cultivars, faster: applications of new technologies for the rapid deployment of superior horticultural tree crops. *Horticulture Research*, 1(1), 1-8.
- World Bank. (2014). International Cooperation for Agricultural & Natural Resource Management in a Global Context. Second Lao Environment & Social Project (former Protected Area & Wildlife Project) (P128393). 40P.
- Zhu, Y., Kuang, W., Leng, J., Wang, X., Qiu, L., Kong, X., ... & Zhao, Q. (2023). The apple 14-3-3 gene MdGRF6 negatively regulates salt tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 14.

Challenges of Climate Change in Horticulture and Strategies to Adapt to Them

**Khosh-Khui, M.¹, Vahdati, K. Eshghi, S., Grigorian, V., Salehi, H.,
Azizi, M. and Haghighi, M.²**

So far, there has not been a comprehensive study on the effect of climate change and global warming on horticultural products such as fruits, flowers, vegetables, and medicinal plants. Despite this, the few available data show that these changes are more effective on fruit trees, especially temperate and semi-tropical fruit trees. Climate change and global warming affect fruit production and phenology, cold requirement, temperature stress, pollination, water and soil status of orchards, pests and diseases, and fruit quality as well as boundaries of fruit tree cultivation. The strategies to cope with these difficulties are breeding cultivars with low cold requirement, cooling to compensate for cold requirement, dealing with hot winters and early warming, using appropriate rootstocks, avoiding entering dormancy, managing orchard water and soil, using new technologies, using chemical compounds and growth regulators, creating crop diversity, using different types of greenhouses, Attention to plant migration, modeling of climate, zoning and changing the cultivation pattern. Challenges of climate change and global warming in horticulture and strategies to adapt to them, are fully discussed in this article.

Key words: Fruit trees, Global warming, Horticultural challenges, Strategies, Technology.

1. Corresponding author, Email: mkhoshkhui@yahoo.com

2. Members of Horticultural Science Branch of I.R. Academy of Sciences, Professors of Shiraz University, Tehran University, Shiraz University, Tabriz University, Shiraz University, Ferdowsi University of Mashhad, and Associate Professor of Isfahan University of Technology, respectively.

واکاوی و ارائه راهکارهای اصلاحی مدیریت آب زیرزمینی در ایران^۱

هاشم درخشان، کامران داوری^۲ و ابوالفضل مساعدی^۳

چکیده

توسعه برداشت از آب‌های زیرزمینی پس از دستیابی به فناوری پمپاژ، موجب کاهش تراز آبخوان‌ها در بسیاری از منطقه‌های دنیا گردید. پس از آن برای درک دقیق مفهوم تجدیدپذیری آب زیرزمینی و بنابراین تعیین مقدار مناسب برداشت از این منابع، در حوزه‌های هیدرولوژی، مدیریت و حکمرانی آب‌های زیرزمینی پژوهش‌ها و بررسی‌های بسیاری انجام یافته است. شوربختانه نتایج این پژوهش‌ها و بررسی‌ها در ایران مورد توجه جدی قرار نگرفته است. در این مقاله ابتدا تجارب و یافته‌های بین‌المللی مروری اجمالی شده و سپس مدیریت آب زیرزمینی در ایران در چند دهه گذشته واکاوی شده است. در انتها نیز برخی راهکارهای اصلاحی پیشنهاد شده‌اند.

کلید واژه‌ها: تجدیدپذیری آب زیرزمینی، گیرش، قانون توزیع عادلانه آب، مدیریت آب زیرزمینی.

مقدمه

آب زیرزمینی به عنوان بزرگترین ذخیره آب شیرین توزیع شده در جهان، در حفظ بوم‌نظام‌ها و سازگاری انسان با تغییرات اقلیمی نقشی برجسته دارد. اهمیت راهبردی آب زیرزمینی برای امنیت آب و غذا، زیر شرایط تغییر اقلیم و بر اساس پیش‌نگری مبتنی بر تشدید سه برابری نوسانات و شدت ترسالی‌ها و خشکسالی‌ها، افزایش جدی خواهد یافت. شوربختانه، آب زیرزمینی در ایران، پس از چند دهه مدیریت ناکارآمد - به شهادت روند افزایشی «کسری مخزن تجمعی» آبخانه‌های کشور- حال و روز خوبی ندارد. بنابراین، این مطالعه با بررسی دلیل‌ها و تمرکز بر راهکارها، در صدد واکاوی مدیریت آب زیرزمینی ایران در سده گذشته برآمده است.

کاريز (قنات) از فناوری شناخته شده در دنیا برای برداشت متناسب آب از آبخانه‌های زیرزمینی محسوب می‌شود. فناوری کاريز را می‌توان یکی از شگفتی‌های دنیا دانست؛ که در منطقه‌ای خشک و بیابانی آب گوارا را برای کشاورزی و زندگی فراهم آورد. طول کوره‌ها (راهروهای انتقال آب) و عمق میل‌چاه‌های کاريزهای بزرگی چون زارچ یزد و قصبه گناباد، شگفتی بازدیدکنندگان را موجب می‌شود؛ که چگونه سازه‌هایی با این بزرگی، بدون استفاده از ماشین‌های امروزی و تنها با ابزار دستی حفاری شده‌اند. در واقع ایرانیان باستان با نهادهایی و کنش جمعی داوطلبانه به حفر چنین کاريزهایی اقدام کردند (Noori et al., 2021). برای نمونه، درازای کاريز قصبه گناباد ۳۳ کیلومتر و ژرفای مادر چاه آن ۳۰۰ متر

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۲۰

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: k.davary@ferdowsi.um.ac.ir

۳- به ترتیب، دانشجوی دکتری دانشگاه فردوسی مشهد و استادان دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

است و دارای ۲ رشته اصلی با نام‌های قصبه و دولاب می‌باشد و در مجموع دارای ۴۷۲ میله چاه است. قابل توجه است که در فرآیند ثبت این کاریز توسط یونسکو، ابتدا «تهادسازی برای حفر» و سپس «فناوری سازه» آن به ثبت رسیده است (فخرمحمدی، ۱۴۰۱). با توجه به بعدهای کاریزها، گرافه نیست اگر ادعا شود «ایرانیان باستان مصرف‌کننده گران‌ترین آب در جهان» بوده‌اند؛ بنابراین ارزش آب را به خوبی می‌دانسته‌اند.

در سده ۲۰ میلادی ماشین‌های زیادی در اثر توسعه علوم به بهره‌برداری رسیدند، اما به دلیل استفاده نابخردانه از این ماشین‌ها، برخی از اقدام‌های بشر در این سده چندان مایه خوشوقتی و افتخار نبوده و نیستند. از سال‌های پایانی این سده، طبیعت در پی ستمی که از این استفاده نابخردانه دیده بود، زبان به واکنش گشوده و پاسخ خویش را در قالب تغییر اقلیم، آتش‌سوزی جنگل‌ها و مرتع‌ها، سیلاب‌ها و توفان‌های بی‌سابقه، تشدید خشکسالی‌ها و گسترش بیابان، به هم‌ریختگی نظام بارش و مانند این‌ها نشان داده و می‌دهد (Richard et al., 2013).

در چند دهه اخیر، روند تغییر الگوی بارش از برف به باران‌های رگباری و نیز روند افزایشی دما (به ویژه دمای زمستانی)، به نوبه خود سبب کاهش فراهمی آب (منابع آب در دسترس) گشته است. در همین حال، توسعه لگام‌گسیخته و نیاز فزاینده به آب بیشتر در ایران، روند استفاده از منابع تجدیدناپذیر آب زیرزمینی را سرعت بخشیده است (درخشان و همکاران، ۱۴۰۲). با افت مستمر آبخوان‌ها، چندان دور نیست که «تمدن کاریزی» هزاران ساله، به دست نسل حاضر به کلی مخدوش و معدوم گردد (فرهادی، ۱۳۹۲). از این رو، بررسی سبب‌های این روند قهقرایی در زوال منابع آب زیرزمینی، ضرورتی آشکار یافته است.

آب زیرزمینی و پایایی

بخش بزرگی از سرزمین ایران خشک و نیمه‌خشک است. نیاکان ما در این سرزمین و در نبود ماشین‌های نوین برای بهره‌برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، با ابزارهای دستی به ساخت انواع سازه‌ها (مانند: کاریز، گاوپناه، دولاب، سیل‌بند، بندسار، گوراب و آب‌انبار) پرداخته بودند. اما در دهه‌های اخیر با به‌کارگیری ماشین‌های نوین، سازه‌های جدید، جای انواع قدیمی را گرفته‌اند؛ مانند حفر چاه که به جای سازه سنتی کاریز قرار گرفته است؛ تا جایی که امروزه گویی کاریز نفس‌های آخر خود را می‌کشد (Madani, 2014).

سابقه این موضوع به نخستین دهه‌های سده ۱۴ خورشیدی و ورود ماشین‌های جدید به ایران برای حفر چاه باز می‌گردد؛ که با امضای موافقتنامه «برنامه حمایت آمریکا از کشورهای توسعه‌نیافته» (یا همان اصل ۴ ترومن، ۱۹۵۱ میلادی - ۱۳۳۰ شمسی) رواج روزافزون یافت. پس از «اصلاحات ارضی»، با فروپاشی نهاد ارباب-رعیتی، مدیریت بومی آب با چالش‌های اساسی در نهادسازی و تامین مالی (برای نگهداری کاریز) روبه‌رو شد. در پی دو رخداد، برداشت بی‌رویه از آبخوان‌ها توسعه یافت (رفیعی راد و محمدی، ۱۳۹۶). ناگفته نماند که متخصصین آب و توسعه در آن سال‌ها هنوز به درستی متوجه پیامدهایی اضافه برداشت از آبخانه‌ها نبودند.

در این جا لازم است تمایز میان ۲ الگوی توسعه، بر پایه فناوری‌های «کاریز» و «پمپاژ از چاه»، واضح شود؛ تا آشکار گردد که چگونه اولی سازگار و دومی ناسازگار با اقلیم ایران شده است؟ برای ورود به این بحث، ابتدا باید تأکید شود که مبنای تعیین مقدار برداشت صحیح و پایا از آبخانه‌ها، شناخت مقدار تجدیدپذیری آب زیرزمینی است؛ که به نوبه خود بر مبنای جریان آب در چرخه هیدرولوژی مشخص می‌شود. همچنین در ابتدای بحث چند نکته در تعیین روند توسعه برداشت از آب زیرزمینی، یادآوری می‌گردد.

از تفاوت‌های چاه و کاریز، جانمایی آن‌ها است. بر اساس شاهدهای تاریخی کاریزها در کوهپایه‌ها و یا در امتداد مسیل‌ها (جایی که بیشتر آب زیرزمینی تجدیدپذیر جریان دارد) حفر می‌شده‌اند. اما، حفر چاه می‌تواند هر جایی باشد و برداشت از آن بدون توجه به تجدیدپذیری و یا تجدیدناپذیری بودن آب‌خانه زیرزمینی صورت پذیرد. در عمل، بیشتر چاه‌ها روی آب‌خانه‌های آبرفتی حفر شده‌اند؛ جایی که حفر کاریز به دلیل محدودیت‌های توپوگرافی و ابزاری مقدور نبوده است، اما ایرانیان در گذشته برای برداشت آب زیرزمینی، کاریز را ابداع کرده بودند. ایجاد یا توسعه کاریز، در نبود ماشین‌آلات حفاری و پمپاژ، کاری زمان‌بر و توان‌سوز بود. به همین جهت ایشان نمی‌توانستند برداشت از آب‌زیرزمینی را به آسانی توسعه دهند. بنابراین پس از هر مرحله توسعه در کاریز و در دوره طولانی ثبات، جریان آب در کاریز متناسب با نوسان آب‌وهوا و نوسان تجدیدپذیری آب‌زیرزمینی، تغییر می‌کرد؛ بنابراین می‌توان گفت «کاریز دارای ویژگی خودتنظیمی و سازگار با طبیعت» بوده است.

در واقع ماشین‌آلات حفاری چاه و پمپاژ آب‌زیرزمینی، ابزاری شدند برای برداشت آسان از ذخیره‌های آب‌خانه‌ها. این تحول در زمانی شکل گرفت که هنوز مفهوم تجدیدپذیری آب‌خانه‌ها به درستی شناخته نشده بود. بنابراین، این آسانی، موجب توسعه فزاینده برداشت آب از آب‌خانه‌ها و افت آبخوان‌ها گردید. به عبارت دیگر، درک نکردن محدودیت تجدیدپذیری آب‌خانه، موجب گردید ذخیره آب زیرزمینی بدون حفاظت، موجب برداشت بیش از حد قرار گیرد (Ferguson et al., 2020).

منابعی که «در صورت استفاده انسان دوباره پر شده و جایگزین می‌شوند»، تجدیدپذیر^۱ تلقی می‌شوند (Hilborn et al., 1995). نرخ جایگزینی^۲، در برآورد مقدار تجدیدپذیری و ظرفیت برداشت، عامل مهمی محسوب می‌شود. دوره جایگزینی، از تناسب موجود میان نرخ جایگزینی و حجم منبع به دست می‌آید. تعریف دوره جایگزینی عبارت است از: «میانگین مدت زمان لازم برای آن که در چرخه هیدرولوژی، تمامی حجم آب در یک مکان و/ یا شرایط معین، به مکان و/ یا شرایط جدید منتقل گردد» (Winter, 1998). بدیهی است زمان جایگزینی منابع آب یکسان نیست (جدول ۱).

کمترین زمان جایگزینی مربوط به «رطوبت جو» است که حدود ۹ روز برآورد شده است. این بخش از چرخه هیدرولوژی، با تبخیر یا تبخیرتغرق آغاز می‌شود. پس از آن بخشی از رطوبت وارد شده به جو، به ابر تبدیل می‌شود. سپس با جابه‌جایی ابرها و بارش بر خشکی‌ها، به پایان می‌رسد، اما بخش بزرگی از آب شیرین قابل استفاده در آب‌خانه‌ها جای دارد (Kazemi et al., 2006)؛ که البته شامل سهم بزرگی از آب‌های تجدیدناپذیر هم می‌شود. در واقع، آب زیرزمینی بسیار متفاوت از دیگر اجزای چرخه هیدرولوژی است؛ به ویژه دوره جایگزینی آن دامنه بسیار وسیعی دارد. تغییر مدت دوره جایگزینی، از کوتاه تا طولانی و بسیار طولانی، به معنای تنوع آب‌خانه‌ها از تجدیدپذیر تا تجدیدناپذیر است، که تعریف‌های دامنه‌دار و قراردادی است (Margat et al., 2006).

در پژوهش‌های اخیر، مرز تجدیدپذیر و تجدیدناپذیری آب‌خانه‌ها معادل «یک نسل بشر» فرض می‌شود که حدود ۱ سده فرض شده است (Gleeson et al., 2012 و Bierkens & Wada, 2019). از دلیل‌های انتخاب این مقیاس زمانی، قابل فهم نمودن آن برای بشر و به ویژه استفاده‌کنندگان (آب‌بران) آب زیرزمینی است. به عبارت دیگر، اگر از آب‌خانه‌ای با دوره جایگزینی بیش از ۱۰۰ سال، پمپاژ صورت پذیرد، به احتمال زیاد دیگر امکان جایگزینی آن برای نسل کنونی فراهم

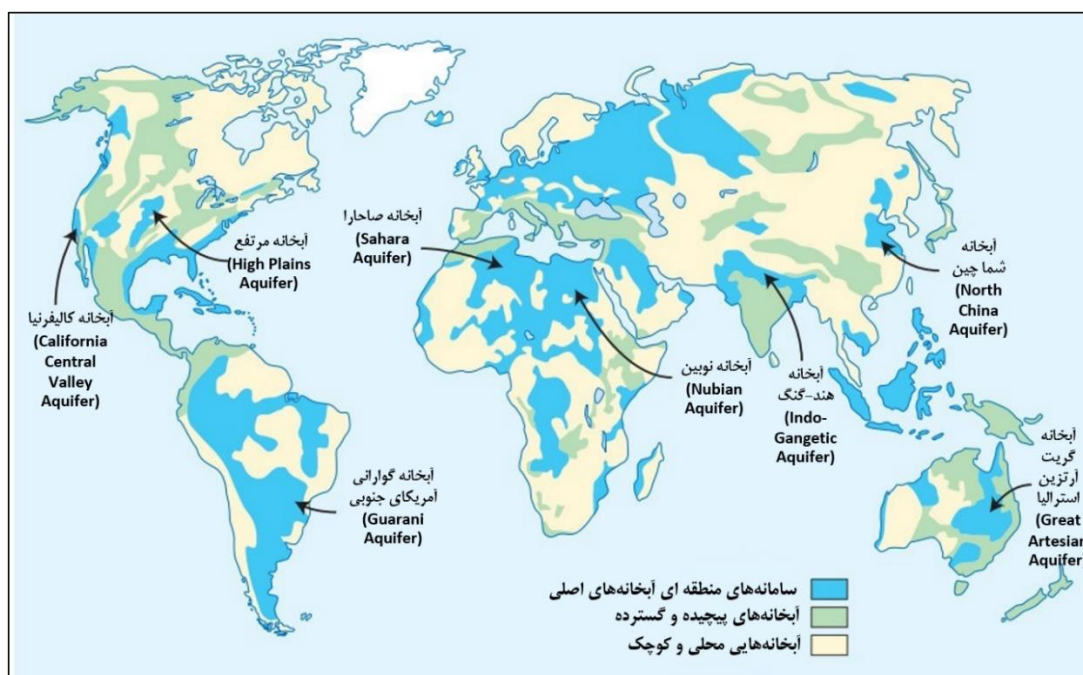
نخواهد بود. با توجه به تعریف دوره جایگزینی (تناسب میان نرخ جایگزینی و حجم منبع)، در ۲ حالت آبخانه تجدیدناپذیر تلقی خواهد شد: ۱- وقتی نرخ جایگزینی بسیار ناچیز باشد و یا ۲- وقتی حجم آبخانه بسیار بزرگ باشد. بنابراین، آب زیرزمینی تجدیدناپذیر آن جا دیده می شود که باوجود زیاد بودن ظرفیت ذخیره سازی آبخانه، میانگین سالانه تغذیه (نرخ جایگزینی) آن ناچیز باشد و بنابراین میانگین دوره جایگزینی آن بیش از ۱۰۰ سال برآورد گردد. بدیهی است در صورت پمپاژ از این گونه آبخانه، دیگر امکان جایگزینی آن در نسل حاضر فراهم نخواهد شد (Huggins et al., 2022).

جدول ۱- اندازه و دوره جایگزینی آب های کره زمین (داوری و همکاران، ۱۴۰۳).

منابع آب	حجم (کیلومتر مکعب)	درصد از شیرین	درصد از کل	دوره جایگزینی (زمان تبادل)
آب های آزاد (اقیانوس ها و دریاها)	۱۳۳۸۰۰۰۰۰	-	۹۶.۵	۳۲۰۰ سال
یخچال های طبیعی و توده یخ های قطبی	۲۴۰۶۴۰۰۰	۶۸.۷	۱.۷۴	۱۰-۱۰۰۰۰ سال
آب زیرزمینی	۲۳۴۰۰۰۰۰	-	۱.۷	۱۰-۱۰۰۰۰ سال
شیرین	۱۰۵۳۰۰۰۰	۳۰.۱	-	-
شور	۱۲۸۷۰۰۰۰	-	-	-
رطوبت خاک	۱۶۵۰۰	۰.۰۵	۰.۰۰۱	۱-۲ ماه
رطوبت یخ زده زمین	۳۰۰۰۰۰	۰.۸۶	۰.۰۲۲	-
دریاچه ها	۱۷۶۴۰۰	-	۰.۰۱۳	۵۰-۱۰۰ سال
شیرین	۹۱۰۰۰	۰.۲۶	-	-
شور	۸۵۴۰۰	-	-	-
اتمسفر در رطوبت جوی	۱۲۹۰۰	۰.۰۴	۰.۰۰۱	۹ روز
باتلاق / مرداب ها	۱۱۴۷۰	۰.۰۳	۰.۰۰۰۸	-
رودخانه ها	۲۱۲۰	۰.۰۰۶	۰.۰۰۰۲	۶-۲ ماه
آب زیستی	۱۱۲۰	۰.۰۰۳	۰.۰۰۰۱	-
(درون موجودات زنده)				
مجموع	۱۳۸۶۰۰۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	

دو مفهوم که بر رعایت تجدیدپذیری تأکید دارند، «پایایی^۱» و «عدالت بین نسلی^۲» هستند؛ که اولی به اختصار شامل حفظ منابع و دوام توسعه است، و دومی اشاره دارد به رعایت حقوق نسل های آینده (از کره زمین) توسط نسل کنونی. تا پیش از فناوری پمپاژ، این دو برقرار بودند. همان گونه که پیش تر گفته شد، با کاریز امکان اضافه برداشت از آبخانه وجود نداشت؛ زیرا آبدهی کاریز تابع فراز و فرود آبخوان و بنابراین تابع تغذیه سفره بوده است. بنابراین، با کاریز پایایی و حقوق نسل های آینده رعایت می شده است، اما پمپاژ، رفتاری تهاجمی نسبت به آبخانه دارد؛ مگر این که یک نظام تخصیص صحیح، برداشت ها را به تبعیت از نوسان آبخوان وادارد. بدیهی است پس از اولین روبه رو شدن با فرو افتادن آبخوان ها به دلیل پمپاژ، این مشکل شناسایی شده و اولین بار در سال ۱۹۱۵ مبانی مشخصی برای کنترل این مشکل در کتاب «مخزن های زیرزمینی^۳» شرح داده شده است (Lee, 1915). از آن زمان تا کنون نیز پاسخ به این پرسش که «مقدار صحیح برداشت از آبخانه ها چه مقدار است؟»، همواره محل پژوهش و بررسی جدی بوده است (در ادامه مقاله به آن ها اشاره خواهد گردید).

شوربختانه در ایران به این مبانی توجه کافی نشده است؛ اگرچه برای آبخوان‌هایی که با کاهش تراز روبه‌رو هستند، ابتدا در ماده ۲۴ «قانون آب و نحوه ملی شدن آن» (مصوب تیر ۱۳۴۷)، و سپس در ماده ۴ «قانون توزیع عادلانه آب» (مصوب اسفند ۱۳۶۱) به وزارت نیرو برای تعیین و تمدید «ممنوعیت برداشت» مجوز داده شده است، اما شوربختانه میانگین کاهش تراز آبخوان‌های کشور در ۵۰ سال گذشته، با میانگین ۰/۵ متر در سال (یعنی میانگین افت تجمعی برابر با ۲۵ متر) ادامه داشته است (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰). به تازگی کسری مخزن تجمعی کشور توسط زندپارسا و همکاران (۱۴۰۲)، بر پایه داده‌های ماهواره GRACE، بیش از ۱۵/۹ میلیارد متر مکعب برآورد شده است؛ که بسیار بیشتر از ۲۵ متر می‌باشد. این در حالی است که از سوی بخش‌های بزرگی از کشور به شدت به ذخیره‌های آب زیرزمینی وابسته‌اند و از سوی دیگر آبخانه‌های ایران کوچک و موضعی و بنابراین بسیار شکننده هستند (شکل ۱).



شکل ۱- سیستم‌های آبخانه‌های زیرزمینی در دنیا (Richard et al., 2013)

با این حال، انتظار می‌رود منابع کمیاب آب زیرزمینی کشور که حیات تمدنی به آن وابسته است، ارزشی والا داشته باشند، اما شوربختانه ادامه زوال آبخانه‌ها، نشانگر چیز دیگری است. اکنون مردم به خاطر مدیریت ناکارآمد آب در نیم قرن اخیر، به ناچار درگیر تراژدی منابع مشترک (Hardin, 1968) شده‌اند. در واقع (Hardin, 1968)، پس از مشاهده اوج سلطه دولت‌های مرکزی اقتدارگرا و مداخله نهادی آن‌ها (در کنترل و نفی نقش نهادهای عرفی و جامعه‌های محلی)، به این نتیجه رسید. در حالی که، (Ostrom, 1990) نشان داد که جامعه‌های انسانی خود به خود قادر به نهادسازی (سازماندهی اقدام جمعی) برای تسهیم منافع مشترک (خیر جمعی) بوده و هستند (Ostrom, 1990) و صیانت از منابع مشاع (مانند آب‌های زیرزمینی)، در زمره سودهای جمعی قرار داشته و دارد. بنابراین، اگر دخالت دولت‌ها در کنترل و نفی نقش نهادهای عرفی و جامعه‌های محلی نمی‌بود، به احتمال بسیار زیاد امروز منابع کمیاب و بی‌همتای آب زیرزمینی کشور در برابر زوال قرار نمی‌داشتند. حتی اگر بازخوانی و آسیب شناسی گذشته ملاک بود، چنین سرانجامی فراهم نمی‌شد (درخشان، ۱۴۰۲).

بسیاری از پژوهشگران بر این باورند که سده اخیر سده‌ای بوده که به دلیل توسعه فناوری‌های حاصل از انقلاب صنعتی و در پی آن تخریب محیط‌زیست، کره زمین وارد دوره آنتروپوسن^۱ شده است. منظور از آنتروپوسن دوره‌ای در تاریخ عمر کره زمین است که انسان‌ها تأثیر محسوسی بر زیست‌بوم زمین می‌گذارند؛ به گونه‌ای که نمی‌توان بدون در نظر گرفتن این تأثیر درباره کره زمین صحبت کرد (Gleeson et al., 2020). در این شرایط، مقدمه تحول مدیریت آب زیرزمینی از وضع موجود به وضع مطلوب، در نظر گرفتن مبانی «تجدیدپذیری منابع آب» و «پایایی توسعه» در تصمیم‌گیری‌ها و سیاستگذاری‌ها و نیز «پایش و ارزیابی» برای پندآموزی مستمر است. افزون بر این، ضروری است مدیران آب با «مفهوم‌های اجتماعی-اقتصادی مدیریت آب» آشنایی کافی داشته باشند.

تعیین مقدار مناسب برداشت از آبخانه

همان‌گونه که پیش‌تر بیان شد، پاسخ به این پرسش که «مقدار صحیح برداشت از آبخانه‌ها چه مقدار است؟»، همواره محل پژوهش و بررسی بوده است. در این بخش سعی شده است به این پرسش پاسخ داده شود. برای ورود به این بحث، باید مفهوم گیرش^۲ شرح داده شود. گیرش از منابع طبیعی، یا استخراج آن‌ها برای استفاده انسان؛ به برداشت‌هایی مانند سوخت‌های فسیلی، سنگ‌ها و مواد معدنی، زیست‌توده (جنگل‌زدایی، ماهیگیری، چرای مراتع و مانند این‌ها)، آب و باد و آفتاب اشاره دارد. برای نمونه تولید برق توسط توربین‌های آبی که با گیرش انرژی آب در جریان صورت می‌پذیرد و یا تولید چوب با بریدن درختان جنگلی که با گیرش از حجم زیست‌توده (درختان رشد یافته تا آن زمان) صورت می‌پذیرد. نوع اول گیرش از شارش است و در زمان توقف توربین موجب از دست رفتن انرژی می‌شود (که دیگر قابل دستیابی نیست)، اما نوع دوم گیرش از انبارش است، و اگر بریدن درختان چند روز هم با تأخیر انجام شود، چیزی از دست نمی‌رود (رشد درختان در این چند روز، بر حجم زیست‌توده افزوده شده و قابل دستیابی است)، اما آب زیرزمینی در هیچ یک از ۲ دسته‌بندی (شارش یا انبارش) قرار نمی‌گیرد (Alley et al., 2018).

در واقع، آبخانه‌ها از سویی مخزن‌های آب زیرزمینی هستند که پدیده‌ای انبارشی است و از سوی دیگر، جریان آب زیرزمینی را در بر دارند، که پدیده‌ای شارشی است. بنابراین، گیرش از آب زیرزمینی، به نسبت سایر منابع طبیعی، آثار پیچیده‌تری در بر دارد (درخشان و همکاران، ۱۴۰۲). به همین دلیل، مقدار مناسب برداشت از آبخانه را نمی‌توان به تنهایی برپایه نرخ تغذیه طبیعی (مقدار شارش) برآورد نمود، زیرا در هر دوره زمانی مشخص، جریان آب زیرزمینی نیز در تغییر حجم آب ذخیره شده نقش دارد. همچنین تغذیه از مخزن‌های متفاوت، با تأخیرهای مختلفی به آبخانه می‌رسد که بر پیچیدگی مسئله می‌افزاید. روال مرسوم در برآورد تجدیدپذیری آب زیرزمینی، بر اساس بررسی تفاضل تغذیه از مجموع تخلیه و پمپاژ (معادله ۱) بوده است.

$$1- \text{بیان منابع آب زیرزمینی} \quad ds/dt = R - D - Q$$

$$\text{در وضعیت تعادل آبخانه، } Q \text{ همان آب تجدیدپذیر فرض می‌شود} \quad ds/dt = 0 \rightarrow Q = R - D$$

در این معادله، s حجم ذخیره آبخانه، t دوره زمانی بررسی بیان، R نرخ تغذیه آبخانه، D نرخ تخلیه آبخانه و Q نرخ پمپاژ از آبخانه می‌باشند. این روال به دلیل اعمال نکردن اثرات توسعه بر تغذیه و تخلیه، همواره بیش‌برآورد داشته؛ که مدیریت بر اساس آن منجر به افت آبخوان می‌شده است (درخشان و همکاران، ۱۴۰۲). برای برآورد صحیح تجدیدپذیری،

اثرهای توسعه بر R و D باید در نظر گرفته شود (Cuthber et al., 2022). برای نمونه پس از افت تراز آبخوان به دلیل پمپاژ و با فرض شرایط ثابت محیطی، تغییر اختلاف پتانسیل موجب افزایش تغذیه طبیعی و کاهش تخلیه طبیعی خواهد شد. در معادله‌های ۲ تا ۴ «برآورهای درست تغذیه و تخلیه» و «بیشینه گیرش» ارائه شده است. بیشینه گیرش (C_{max})، حدی است که اگر پمپاژ کمتر از آن باشد، پایایی آبخانه در مخاطره قرار نمی‌گیرد (Cuthber et al., 2022). لازم است گفته شود که در حالت طبیعی (بدون دخالت انسان) آبخانه متعادل است؛ بنابراین رابطه $R_0 = D_0$ برقرار است.

$$R = R_0 + \Delta R_Q + \Delta R_N \quad \text{۲- برآور درست شده تغذیه}$$

$$D = D_0 + \Delta D_Q + \Delta D_N \quad \text{۳- برآور درست شده تخلیه}$$

$$\Delta R_N \approx 0 ; \Delta D_N \approx 0 \quad \text{و اگر فرض شود اثر توسعه ناچیز باشد.}$$

با قرار دادن این موردها در معادله ۱، معادله ۴ به دست می‌آید:

$$C_{max} = \Delta R_Q - \Delta D_Q \quad \text{۴- برآور ساده «بیشینه گیرش»}$$

در این معادله‌ها، R_0 و D_0 نرخ‌های تغذیه و تخلیه پیش از توسعه، ΔR_Q و ΔD_Q تغییر در نرخ‌های تغذیه و تخلیه ناشی از پمپاژ، و ΔR_N و ΔD_N تغییر در نرخ‌های تغذیه و تخلیه ناشی از اثر توسعه بر سایر عامل‌های طبیعی (مانند تغییر کاربری زمین‌ها) می‌باشد.

بدیهی است با وقوع دوره‌های تر و خشک آب‌وهوا، تراز آبخوان نوسان خواهد نمود. در نبود روند تغییر اقلیم، برابری $R_0 = D_0$ فرضی معقول و قابل قبول بوده است (در یک دوره به قدر کافی طولانی، برای نمونه: ۳۰ ساله). با این فرض‌ها، پمپاژ تنها عامل کاهش تراز آبخوان است. این کاهش به افزایش تغذیه (ΔR_Q) و کاهش زهکشی طبیعی آبخوان به پایین‌دست (ΔD_Q) می‌انجامد. فاصله پدید آمده میان این دو، به طور دقیق معادل همان مقدار گیرش ($\Delta R_Q - \Delta D_Q$) است. در این‌جا به طور مستقیم به شرط «پایایی بوم‌نظام‌های آبی وابسته به آب زیرزمینی» اشاره نشده و فقط فرض شده است که اگر برابری $R_0 = D_0$ برقرار باشد، این بوم‌نظام‌ها با مشکل روبه‌رو نخواهند گردید. در شکل ۲ حالت‌های مختلف پمپاژ در مقایسه با بیشینه گیرش نمایش داده شده است. کاهش تراز آبخوان به زیر خط چین افقی (یعنی گذر از محدودیت تجدیدپذیری شارشی آبخوان به دلیل استمرار پمپاژ بیش از حد)، نه تنها بازایی انبارش آبخانه را دچار مشکل می‌نماید، بلکه موجب نابودی زیست‌بوم‌های وابسته به آب زیرزمینی (مانند بوم‌نظام‌های وابسته به دبی پایه رودخانه) می‌گردند.

بدیهی است هرگاه گیرش (پمپاژ) کاهش یابد یا قطع شود، تراز آبخوان افزایش می‌یابد. در این حالت، مدت مورد نیاز برای بازایی تراز اولیه آبخوان (تعادل بخشی در دوره توقف پمپاژ، شکل ۲)، زیر هر وضعیت به شرح زیر متناسب با برخی از عامل‌ها است.

➔ «آبگذری آبخانه» / «وسعت آبخوان» * «آبدهی ویژه آبخانه»

بیشینه گیرش $\leq$ نرخ پمپاژ

➔ «نرخ تغذیه» / «حجم تجمعی برداشت از آبخوان»

بیشینه گیرش $>$ نرخ پمپاژ

امروزه اما، تحول‌های گسترده ناشی از توسعه و تغییر اقلیم، شرایط را از حالت ایستایی و ثبات خارج نموده و اجزای چرخه هیدرولوژی (از جمله آب زیرزمینی) را دستخوش تغییرهای مستمر نموده است. بنابراین، برآورد ساده «بیشینه گیرش» دیگر کارایی ندارد؛ و برآورد دقیق این کمیت بحرانی با حذف فرض‌ها ساده‌ساز و با حسابداری آب ممکن است. در هر حال باید توجه نمود که مقدار بیشینه گیرش، ثابت نیست و با توجه به پویایی اقلیم و توسعه، لازم است به طور دوره‌ای روزآمد گردد.

به هر حال نکته بارز در رویکردهای نو، تعیین دوره مدیریت آب زیرزمینی برابر با دوره نسل بشر (معادل ۵۰ تا ۱۰۰ سال) است؛ که به طور غیرمستقیم رعایت حقوق بین نسلی توسط نسل حاضر، را تضمین می‌کند (درخشان و همکاران، ۱۴۰۲)، اما در ایران، با وجود تکامل مبانی گیرش برای مدیریت پایای آب زیرزمینی، شوربختانه به این مبانی توجه نشده و یا حتی تلاشی برای توسعه مبانی متناسب با شرایط کشور صورت نگرفته است. تنها در سال ۱۳۹۳ پانزدهمین جلسه شورایعالی آب، ۷۵٪ تجدیدپذیری منابع آب را به عنوان سقف برداشت آب مصوب نموده است. پس از آن، شرکت مدیریت منابع آب ایران در فرآیندی غیر شفاف، حجم‌هایی را به عنوان «آب قابل برنامه‌ریزی» به عنوان هدف سال‌های افق (۱۴۰۵ و ۱۴۲۰) در طرح «سازگاری با کم آبی» به استان‌ها ابلاغ نموده است. جالب توجه این‌که در این ابلاغیه‌ها برای

هر دو افق، سهم برداشت آب برای بخش‌های شهری (خانگی، فضای سبز، خدمات)، صنعتی و کشاورزی نیز اعلام شده است. این در حالی است که برای افق‌هایی با فاصله ۱۰ و ۲۵ سال، ۱- پیش‌بینی وضعیت منابع آب با دقت قابل قبول ناممکن است و ۲- وضعیت توسعه (رشد جمعیت و روندهای اقتصاد) و فناوری‌ها نامشخص است. بنابراین تعیین مقدارهای آب قابل برنامه‌ریزی و سهم‌بندی آن میان بخش‌های مختلف، برای آینده‌هایی به فاصله ۱۰ و ۲۵ سال، هیچ گونه روایی ندارد.

در پایان این بخش یادآوری می‌گردد که دیدگاه علم اقتصاد، بهای واقعی هر متر مکعب آب تجدیدناپذیر را معادل هزینه جایگزینی آن فرض می‌نماید که البته بر آن باید هزینه جبران خسارت‌های ناشی از کاهش تراز آبخوان (نابودی بوم‌نظام‌های وابسته به آب زیرزمینی، نشست زمین، و مانند این‌ها) را افزود. اگر این بهای گزاف از توسعه دهندگان و آب‌بران جدید مطالبه می‌شد، هرگز توسعه موجود شکل نمی‌گرفت.

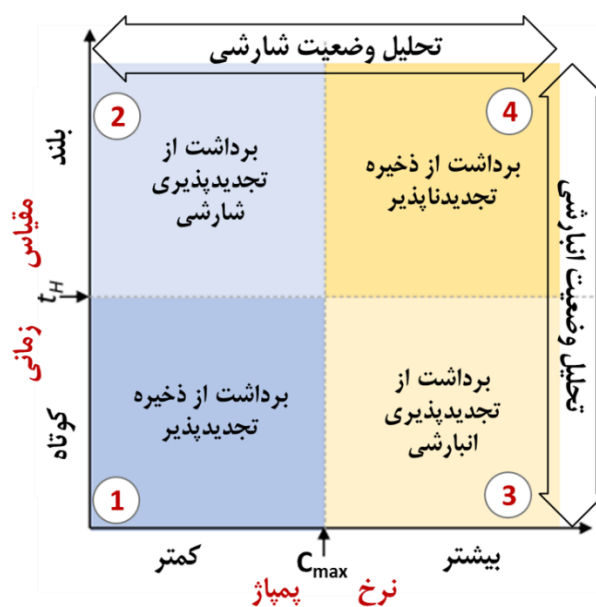
چارچوب واکاو تجدیدپذیری آب زیرزمینی

تکامل تعریف استفاده پایا از آب زیرزمینی، بر پایه تجدیدپذیری «شارشی و انبارشی» (Konikow & Leake, 2014)، موجب توسعه چارچوبی (شکل ۳) برای مدیریت برداشت از آب زیرزمینی شده است (Cuthbert et al., 2023 و Gleeson et al., 2020). این چارچوب استفاده از آب‌های زیرزمینی را به ۴ حالت تفکیک نموده است. مبنای این تفکیک در محور افقی، نرخ پمپاژ در مقایسه با «بیشینه گیرش C_{max} »، و در محور عمودی دوره جایگزینی در مقایسه با «زمان نسل بشر t_H » (حدود ۵۰ تا ۱۰۰ سال) است. شرح این ۴ نوع استفاده از آب‌های زیرزمینی در زیر آمده است:

- ❖ پمپاژ کمتر از بیشینه گیرش ($Q < C_{max}$) و دوره جایگزینی کوتاه ($t < t_H$): این حالت استفاده تجدیدپذیر است. در این وضعیت با توجه به کم بودن نرخ پمپاژ هرگز کاهش مزمّن تراز آبخوان به وجود نمی‌آید.
- ❖ پمپاژ کمتر از بیشینه گیرش ($Q < C_{max}$)، اما دوره جایگزینی بلند ($t > t_H$): این حالت استفاده تجدیدپذیر شارشی است، زیرا فرض شده است مادام که پمپاژ کمتر از بیشینه گیرش باشد، محدودیت تجدیدپذیری شارشی آبخوان رعایت شده، و بنابراین پایایی بوم‌نظام‌های آبی وابسته به آب زیرزمینی به مخاطره نخواهد افتاد، اما از دیدگاه مبتنی بر انبارش، این حالت تجدیدناپذیر تلقی می‌گردد، یعنی استمرار آن در بلند مدت سرانجامی نامطلوب برای سیستم‌های آب مجاور و بوم‌نظام‌های وابسته به آن‌ها، به بار خواهد آورد.
- ❖ پمپاژ بیشتر از بیشینه گیرش ($Q > C_{max}$)، اما دوره جایگزینی کوتاه ($t < t_H$): این حالت استفاده تجدیدناپذیر شارشی است. با این حال از دیدگاه مبتنی بر انبارش تجدیدپذیر تلقی می‌شود، زیرا به دلیل کوچک بودن دوره جایگزینی، فرصت مشاهده سرانجام برای نسل حاضر فراهم است و بنابراین با مشاهده آثار این نوع پمپاژ بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی، اقدام اصلاحی برای تعادل بخشی آبخوان صورت خواهد گرفت.
- ❖ پمپاژ بیشتر از بیشینه گیرش ($Q > C_{max}$) و دوره جایگزینی بلند ($t > t_H$): این حالت استفاده از هر دو دیدگاه شارشی و انبارشی تجدیدناپذیر است.

بررسی‌های اخیر از تجربه‌های جهانی مدیریت آب زیرزمینی (میرنظامی، ۱۴۰۲ و Jasechko et al., 2024)، نشان دهنده این است که نمونه‌های متعددی از ۴ حالت مورد اشاره در دنیا وجود دارد، اما در ایران به استناد گزارش شرکت مدیریت منابع آب کشور، اکنون از ۶۰۹ محدوده بررسی، ۴۲۲ مورد (شامل اصلی‌ترین آبخوان‌های کشور) دارای کاهش

تراز مستمر و مزمّن هستند (بی‌نام، ۱۴۰۳) و این رقم در دهدهای اخیر روندی افزایشی داشته است. این آبخوان‌ها که با عناوین ممنوعه و ممنوعه-بحرانی شناخته می‌شوند، در حالت ۴ (شکل ۳) قرار دارند و معنای آن، زوال تدریجی آبخوان‌های کشور است. باید یادآوری نمود که همزمان با کاهش تراز آبخوان، کیفیت آب‌های زیرزمینی نیز به شدت زوال می‌یابد (رحمتی و همکاران، ۱۴۰۲). در هرحال، باید پذیرفت که این وضعیت افزون بر بی‌تدبیری نسبت به تغییرهای محیطی، نتیجه بی‌توجهی به مفهوم تجدیدپذیری و نبود تعهد به پایایی توسعه است.

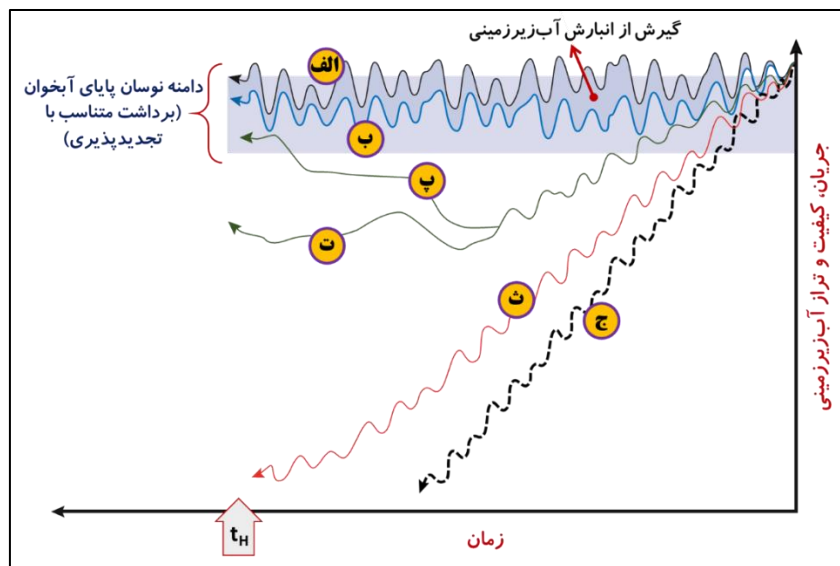


شکل ۳- چارچوب تجدیدپذیری سیستم‌های آب زیرزمینی؛ بازسازی شده از (Cuthbert et al., 2023).

برای درک بیشتر موضوع، رفتار آبخوان زیر حالت‌های مختلف مدیریت برداشت از آب زیرزمینی (مشروح در شکل ۳) در شکل ۴ نمایش داده شده است. حروف درج شده در این شکل در اینجا شرح داده می‌شود: الف- وضعیت طبیعی آبخوان (پیش از دخالت بشر)؛ ب- برداشت از ذخیره تجدیدپذیر (حالت‌های ۱ و ۲)؛ پ- برداشت از ذخیره آبخانه که در مقیاس زمانی نسل بشر (t_H) قابل جبران باشد (حالت ۳)؛ ت- برداشت از ذخیره تجدیدناپذیر و سپس دستیابی به یک تعادل جدید در تراز آبخوان (حد فاصل حالت‌های ۳ و ۴)؛ ث- برداشت مدیریت شده از ذخیره تجدیدناپذیر و زوال تدریجی آب زیرزمینی (حالت ۴)؛ و ج- برداشت بی‌حد از ذخیره تجدیدناپذیر و زوال آب زیرزمینی (حالت ۴ تشدید یافته). بدیهی است که حدفاصل میان دو وضعیت الف و ب، همان میزان گیرش و ناشی از پمپاژ است. همچنین دو منحنی ث و ج، نمایش وضعیت دشت‌های ممنوعه و بحرانی کشور هستند.

مدیریت نادرست در برداشت از آب زیرزمینی در چند دهه اخیر، به انتقال تدریجی وضعیت آب‌های زیرزمینی کشور از وضعیت الف به ج انجامیده است. برای اصلاح آن راهی به جز کاهش برداشت و پمپاژ نیست. گزارش‌های چندی از نمونه‌های چنین روند اصلاحی برای تعادل‌بخشی و احیاء آب زیرزمینی منتشر شده است؛ برای نمونه: در سانتاکلارای کالیفرنیا (Hanson, 2015) و داوری و درخشان، ۱۳۹۷) و در اسپانیا (Custodio et al., 2017 و Véléz-Nicolás et al., 2020). همچنین سامانی (۱۳۹۹) مقاله ارزنده‌ای با عنوان «ارائه الگوهای جهانی مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی جهت

بهبود طرح احیا و تعادل بخشی در کشور» منتشر نموده است که در آن تجربه‌های آمریکا (نوادا و کالیفرنیا)، اسپانیا و هند را گزارش نموده است. در برابر آن، الگوی جاری مدیریت ناکارآمد آب زیرزمینی در بیشتر کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، را Molle et al., (2017) گزارش نموده که بیشتر بر پایه رفتار دستوری از بالا به پایین بوده است.



شکل ۴- رفتار آبخوان زیر حالت‌های مختلف برداشت از آب زیرزمینی؛ بازسازی شده از Cuthbert et al. (2023).

بحث و پیشنهادها

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، سازوکارهای نهادی (شامل حق بر دارایی و بازار) نقشی اساسی در مدیریت منابع کمیاب دارد (Ostrom, 1990) و در نبود آن تراژدی منابع مشترک رخ خواهد داد (Hardin, 1968). آب زیرزمینی نیز منبعی مشترک (مشاع) است. شوربختانه، حذف نهادهای عرفی-محلی با اصلاحات ارضی، و سپس مداخله یکجانبه و ناعادلانه دولت در بهره‌برداری از این منبع مشاع، به غارت این منبع بی‌همتا انجامیده است؛ منبعی که بی‌اغراق می‌توان آن را مادر تمدن کاریزی نام نهاد. رخداد این تراژدی تا حدودی ناشی از ساده‌اندیشی مدیران دولتی و نبود درک از پیچیدگی سیستم‌های منابع آب زیرزمینی نیز بوده است. در واقع، در مقایسه با آب‌های سطحی، تغییرهای آب زیرزمینی بسیار آهسته‌تر شکل می‌گیرد، زوال کمیت و کیفیت آن چندان دیده نمی‌شود، و با رفتار سازه‌ای به آسانی نمی‌توان آن را مدیریت نمود. بنابراین حکمرانی و مدیریت آن نیز پیچیده‌تر و دشوارتر از آب‌های سطحی است. افزون بر این، در ایران موردهای زیر بر ناکارآمدی مدیریت آب‌های زیرزمینی افزوده است:

- ۱- تعارض منافع سازمانی، ناشی از ماهیت «شرکتی» آب‌های منطقه‌ای و استفاده از فروش منابع آب در جهت تأمین منابع مالی شرکت!
- ۲- نبود داده‌های مطمئن و کافی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی (به استناد تجربه شخصی نویسنده در موردهای متعدد).
- ۳- نبود پایش هدفمند و ارزیابی هوشمندانه از وضعیت منابع-مصارف آب و روندهای تغییر آن‌ها.
- ۴- نبود سازوکاری برای به‌کارگیری نتایج پایش و ارزیابی منابع-مصارف آب، در تصمیم‌سازی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها.

برای اصلاح این شرایط اقدام‌های با شتاب نتیجه‌ای جز بدتر کردن وضعیت نداشته و نافع نبوده‌اند. در واقع داشتن انتظار برای نتایج چشمگیر در کوتاه‌مدت ساده‌انگاری است. حقیقت این است که انتقال از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب، فرآیندی توانسوز و زمان‌بر است و به برنامه‌ریزی راهبردی در ۳ افق کوتاه‌مدت (۵ ساله)، میان‌مدت و بلندمدت (۲۵ ساله) و تلاش مستمر نیاز دارد. پیاده‌سازی کامل چنین برنامه‌هایی، وابسته به «عزم مسئولین سیاسی» و «پایبندی مجریان» به آن است.

در حوضه کشف رود از سال ۱۳۹۰ تا کنون فعالیت‌هایی با عنوان‌های تدبیر آب مشهد، همیاران آب، تدوین نقشه‌راه تعادل منابع-مصارف آب، و نیز شورای حوضه کشف‌رود شکل گرفته و نتایجی مفیدی حاصل شده است (Kolahi et al., 2024). این دشت آمادگی دارد تا به عنوان پایلوت پیشگام در پیاده‌سازی مدیریت راهبردی-مشارکتی حوضه‌ای باشد. در هر حال، می‌توان موردهای زیر را برای تسریع در بهبود مدیریت آب زیرزمینی کشور پیشنهاد نمود:

❖ مدیریت آب زیرزمینی، نیازمند نهادی کارآمد است که بر پایه مرزهای حوضه‌ای و با مشارکت آب‌بران و بهره‌وران جامعه محلی شکل گیرد. خوشبختانه شورای عالی آب در چهل و چهارمین جلسه (آبان ۱۴۰۱) مصوبه‌ای با عنوان «سند سازوکار هماهنگی مدیریت حوضه‌ای آب کشور» داشته که تشکیل شوراهای حوضه را توصیه نموده است (اگرچه در آن نقش جامعه محلی پر رنگ نیست). این سند در آذر ۱۴۰۲ به مدیران حوضه‌های کشور (در شرکت مدیریت منابع آب) ابلاغ شده است. شوربختانه پس از حدود ۲ سال، هنوز آثاری از اقدام در راستای این سند مشاهده نمی‌شود. فرصتی برای از دست دادن نمانده و بنابراین باید در پیاده‌سازی این مصوبه کوشش بیشتری گردد.

❖ بسیاری از کشورها، پس از آغاز پمپاژ یک دوره کاهش تراز آبخوان را تجربه کرده‌اند و سپس برای دستیابی به پایایی، به متناسب‌سازی برداشت‌ها (پمپاژ) با تجدیدپذیری آب زیرزمینی اقدام نموده‌اند (Lopez-Gunn et al., 2011). این تحول بیش از آن‌که نیازمند اقدام‌های فنی یا هیدرولوژیکی باشد، نیازمند اقدام‌های اجتماعی-اقتصادی است. از این رو، مدیریت آب در ایران باید به توانمندسازی گروداران آب (در جامعه‌های محلی) برای نقش‌آفرینی درخور در مدیریت آب زیرزمینی، اقدام نماید. مشارکت جامعه محلی توانمند، سرنوشت منابع آب زیرزمینی را از زوال به بقا تغییر جهت خواهد داد.

❖ برای بازسازی اعتماد جامعه محلی و جلب مشارکت ایشان در مدیریت آب، در حال حاضر وزارت نیرو می‌تواند در حکمی از شرکت‌های آب منطقه‌ای کشور بخواهد تا نمایندگانی از آب‌بران (کشاورزی، صنعتی، خدمات و آبفا) و بهره‌وران محلی (شورای استان و برخی سمن‌ها) به طور ثابت در تمامی جلسه‌های هیأت مدیره این شرکت‌ها به صورت مدعو حضور یابند و ناظر تصمیم‌های ایشان باشند. به این ترتیب، با شفافیت بیشتری جامعه محلی در جریان محدودیت‌ها و دشواری‌های حل و فصل مسئله‌های آب، قرار خواهند گرفت.

❖ وجود یک نظام پایش هدفمند برای ارزیابی هوشمندانه نتایج و پندآموزی مستمر، مقدمه‌ای برای مدیریت دانش و توسعه دانش بومی است؛ بدون چنین ساختاری، هرگز از گذشته خویش نمی‌آموزیم. بنابراین ضروری است تا در اولین گام‌ها، نسبت به بهبود وضعیت داده‌برداری (چه در شبکه و چه در روش‌ها) و اتصال آن با تصمیم‌سازی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها، اقدام جدی و فوری صورت پذیرد.

❖ جلوگیری از دست‌اندازی به ذخیره‌های تجدیدنپذیر، به آسانی و در کوتاه مدت ممکن نیست. اقتصاد بسیاری از دشت‌ها به این دست‌اندازی خو کرده و به آن نیاز حیاتی دارد. بنابراین تحول از وضعیت ناپایای امروزی به پایایی

آب زیرزمینی، امری بلند مدت است. همچنین، این تحول نیازمند حجم بسیار زیاد و پی‌درپی از تدوین برنامه‌ها، قانون‌گذاری‌ها، ظرفیت‌سازی‌ها و آماده‌سازی‌ها است. گام برداشتن در این مسیر به سوی هدف، جز با برنامه‌ریزی راهبردی و تدوین «نقشه‌راه» بر اساس وفاق و اجماع جامعه محلی، میسر نیست.

نتیجه‌گیری

برای ایجاد فناوری کاربردی هزینه بسیار زیادی لازم بوده است، به گونه‌ای که دهه‌ها و شاید هم سده‌ها طول کشیده تا آن‌چه که امروز دیده می‌شود، پدید آید. بنابراین پس از ایجاد، یک فناوری خودتنظیم (تابع نوسان آب‌وهوا) بوده است که بدون آسیب به حقوق نسل‌های آینده از آن بهره‌برداری می‌شده است، اما فناوری پمپاژ، متفاوت از فناوری کاریز توسعه یافته است. به گونه‌ای که مدت و هزینه لازم برای ایجاد چاه و پمپاژ آب (در مقیاس زمانی نسل بشری) بسیار ناچیز است. در حالی که مقدار آبدی آن می‌تواند بسیار زیاد باشد. در هر حال، توسعه سریع برداشت از آبخانه‌ها تجربه جدیدی برای بشر بوده است. این تجربه جدید نیاز به نهادسازی برای مدیریت منبع مشاع آب زیرزمینی را آشکار نموده است. جامعه‌های بسیار زیادی در دنیا با پشتیبانی دولت‌های ملی و محلی به این مهم پرداخته‌اند.

در همین راستا، مفهوم‌های مرتبط با تجدیدپذیری آب زیرزمینی رشد چشمگیری یافته است، که در این مقاله شرح داده شدند. شوربختانه امروزه در ایران یک عقب‌ماندگی جدی در این موردها به چشم می‌خورد که هرچه زودتر باید جبران گردد.

نهادسازی برای مدیریت منبع مشاع آب زیرزمینی، نیازمند فرآیند اجماع‌سازی آب‌بران پیرامون «پرهیز از پیامدهای نامطلوب» اضافه برداشت از ذخیره‌های آب زیرزمینی است. با این سازوکار، تمامی آب‌بران به جبران خسارت‌های ناشی از اضافه برداشت الزام خواهند یافت. این فرآیندی پیچیده و زمان‌بر است که پیش‌نیاز آن اعتمادسازی و افزایش سرمایه اجتماعی می‌باشد. جالب توجه این‌که در ماده‌های ۱۴ و ۴۴ قانون توزیع عادلانه آب به صراحت به جبران پیامدهای نامطلوب اضافه برداشت پرداخته شده است که اولی به اضافه برداشت توسط همسایگان (حریم هیدرولیکی) و دومی به توسعه اضافه برداشت‌ها با مجوز وزارت نیرو (حریم هیدرولوژیکی) توجه نموده است. شوربختانه ماده ۴۴ این قانون از سال ۱۳۶۱ تا کنون متروک است. ترک این ماده قانونی، به توسعه برداشت از آب زیرزمینی و وقوع پیامدهای نامطلوب انجامیده است که ناشی از تصمیم‌گیری بدون هزینه، و «سواری مجانی»^۱ (در فرهنگ اقتصادی به عنوان نفع بردن بدون پرداخت هزینه یا جبران پیامد است) مدیران دولتی بوده است.

در هر حال، محدود نمودن پمپاژ به ذخیره‌های تجدیدپذیر آب زیرزمینی مسئله‌ای نیست که با یک فرمان و یا با تنظیم صورت جلسه‌ای در سطوح اداری بتوان آن را حل و فصل نمود. بلکه یک فرآیند تحولی زمان‌بر و پیچیده است که تمامی بخش‌ها را زیر تاثیر شدید قرار خواهد داد. در واقع، مدیریت آب زیرزمینی برای جلوگیری از نابودی بیشتر این منبع بی‌همتا، نیازمند تحول‌خواهی و ظرفیت‌سازی برای تغییر است. امید است مدیران امروز کشور بتوانند عزمی راسخ برای چنین تحولی پیشه نمایند.

منابع

- اسدی، مراد؛ مظاهری، مهدی و عبدالمنافیف نرجس. (۱۴۰۰). بررسی تحلیلی شرایط موجود و تبیین وضعیت آینده بحران آب در کشور. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (دفتر مطالعات زیربنایی - گروه آب)، شماره مسلسل: ۱۸۰۶۷، کد: ۲۵۰
- بی‌نام. (۱۴۰۳). سخنگوی صنعت آب کشور: ناچار به کاهش مصرف هستیم. شبکه خبری آب ایران. از <https://www.wnn.wrm.ir/cs/NewsCrawler/559/75141>
- داوری، کامران؛ درخشان، هاشم. (۱۳۹۷). مدیریت پایای آب زیرزمینی: بازخوانی تجربه کالیفرنیا؛ به ضمیمه گزارش فرآیند تدبیر آب مشهد. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. از <https://www.jdmpress.com/books/> شابک: ۹۷۸۹۶۴۳۲۴۴۰۴۰
- داوری، کامران؛ اسلامی، امیر؛ عمرانیان خراسانی، حمید؛ درخشان، هاشم؛ سالاریان، محمد. (۱۴۰۳). مدیریت آب؛ منابع و کاربردها. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. از <https://www.jdmpress.com/books/> شابک: ۹۷۸۹۶۴۳۲۴۵۳۲۰
- درخشان، هاشم؛ داوری، کامران؛ مساعدی، ابوالفضل. (۱۴۰۲). مروری بر سیر بازاندیشی در تجدیدپذیری آب زیرزمینی. تحقیقات منابع آب ایران. از https://www.iwrr.ir/article_176453_en.html
- درخشان، هاشم. (۱۴۰۲). یادداشت تحلیلی: تحلیل تحول سیستم مدیریت آب بر مبنای نظریه دانینگ-کروگر. آب و توسعه پایدار. از https://jwsd.um.ac.ir/article_45055.html
- رحمتی، سعید؛ سعادت، سعید؛ پورسلطانیف، مهدی رضا. (۱۴۰۲). اثرات بهره‌برداری آبخوان‌ها بر کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت نیشابور). یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی. از https://journals.basu.ac.ir/article_4812.html
- رفیعی راد، احمد؛ محمدی، احمد. (۱۳۹۶). مکتب نوسازی متقدم و ریشه‌های تاریخی بحران منابع آب‌های زیرزمینی در ایران: بررسی تأثیر و عملکرد اصل چهار ترومن. فصلنامه علوم اجتماعی. دانشگاه علامه طباطبائی، ۲۴(۷۷)، ۱۹۵-۲۴۳.
- زندپارسا، شاهرخ؛ دیداری، شهره؛ سپاسخواه، علیرضا. (۱۴۰۲). کاهش تدریجی مصرف آب کشاورزی گامی مؤثر در سازگاری با کمبود آب در ایران. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۹(۱)، ۱۹-۳۴.
- سامانی، سعیده. (۱۳۹۹). ارائه الگوهای جهانی مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی جهت بهبود طرح احیا و تعادل بخشی در کشور. تحقیقات منابع آب ایران. از https://www.iwrr.ir/article_113127.html
- فخرمحمدی، امین. (۱۴۰۱). تقویت مدیریت محلی آب در استان‌های خراسان و سمنان، پایان نامه ارشد، دانشگاه سمنان. فرهادی، مهدی. (۱۳۹۲). فرهنگ یاری در آبیاری، نشریه جهاد، ۳(۶۳).
- میرنظامی، سید جلال. (۱۴۰۲). تعادل بخشی آب زیرزمینی، از وعده تا واقعیت. اندیشکده تدبیر آب ایران. از <http://iwpri.ir/home/single/815>
- Alley, W. M., Clark, B. R., Ely, D. M., & Faunt, C. C. (2018). Groundwater Development Stress: Global-Scale Indices Compared to Regional Modeling. *Groundwater*, 56(2), 266–275. <https://doi.org/10.1111/gwat.12578>
- Custodio, E., Albiac, J., Cernmerón, M., Hernández, M., Llamas, M. R., & Sahuquillo, A. (2017). Groundwater mining: benefits, problems and consequences in Spain. *Sustainable Water Resources Management*, 3(3), 213–226. <https://doi.org/10.1007/s40899-017-0099-2>
- Cuthbert, M. O., Gleeson, T., Bierkens, M. F. P., Ferguson, G., & Taylor, R. G. (2023). Defining renewable groundwater use and its relevance to sustainable groundwater management. *Journal of Hydrology*, 59(9), e2022WR032831. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124871>
- Ferguson, G., Cuthbert, M. O., Befus, K., Gleeson, T., & McIntosh, J. C. (2020). Rethinking groundwater age. *Nature Geoscience*, 13(9), 592–594.

- Gleeson, T., Alley, W.M., Allen, D.M., Sophocleous, M.A., Zhou, Y., Taniguchi, M., & VanderSteen, J. (2012). Towards sustainable groundwater use: Setting long-term goals, backcasting, and managing adaptively. *Groundwater. Wiley Online Library*, 50(1), 19–26.
- Gleeson, T., Cuthbert, M., Ferguson, G. & Perrone, D. (2020) Global Groundwater Sustainability, Resources, and Systems in the Anthropocene. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-071719-055251>. *Annual Reviews* 48:431–463. Available at: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-earth-071719-055251>
- Hanson, R. T. (2015). Hydrologic framework of the Santa Clara Valley, California. *Geosphere*, 11(3), 606–637. <https://doi.org/10.1130/GES01104.1>
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons: the population problem has no technical solution; it requires a fundamental extension in morality. *Science*, 162(3859), 1243–1248.
- Hilborn, R., Walters, C. J., & Ludwig, D. (1995). Sustainable exploitation of renewable resources. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 45–67.
- Huggins, X., Gleeson, T., Castilla-Rho, J., Holley, C., Re, V., & Famiglietti, J. S. (2022). *Groundwater in complex adaptive social-ecological systems*.
- Jasechko, S., Seybold, H., Perrone, D., Fan, Y., Shamsudduha, M., Taylor, R. G., Fallatah, O., & Kirchner, J. W. (2024). Rapid groundwater decline and some cases of recovery in aquifers globally. *Nature*, 625(7996), 715–721.
- Kolahi, M., Davary, K. & Omranian Khorasani, H. (2024). Integrated approach to water resource management in Mashhad Plain, Iran: actor analysis, cognitive mapping, and roadmap development. *Sci Rep* 14, 162. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50697-x>
- Konikow, L. F., & Leake, S. A. (2014). Depletion and capture: revisiting “the source of water derived from wells.” *Groundwater*, 52(S1), 100–111.
- Lopez-Gunn, E., MR Llamas, A Garrido, & D Sanz. (2011). Groundwater Management. *Treatise on Water Science*, 1–4, 1–732. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53199-5.00010-5>
- Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4, 315–328.
- Molle, F., Alvar, C., & Waleed, A.-Z. (2017). Governing groundwater in the Middle East and North Africa region. In *Advances in groundwater governance* (pp. 527–553). CRC Press.
- Noori, R., Maghrebi, M., Mirchi, A., Tang, Q., Bhattarai, R., Sadegh, M., Noury, M., Torabi Haghighi, A., Kløve, B., & Madani, K. (2021). Anthropogenic depletion of Iran’s aquifers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(25), e2024221118.
- Ostrom, E. (1990). Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, 32(2). <https://doi.org/10.2307/3146384>
- Richard G, T., Scanlon, B., Döll, P., Rodell, M., Van Beek, R., Wada, Y., Longuevergne, L., Leblanc, M., Famiglietti, J. S., & Edmunds, M. (2013). Ground water and climate change. *Nature Climate Change*, 3(4), 322–329.
- Vélez-Nicolás, M., García-López, S., Ruiz-Ortiz, V., & Sánchez-Bellón, Á. (2020). Towards a sustainable and adaptive groundwater management: Lessons from the Benalup Aquifer (Southern Spain). *Sustainability*, 12(12), 5215.
- Winter, T. C. (1998). *Ground water and surface water: a single resource* (Vol. 1139). Diane Publishing.

Auditing and Recommending Remedial Solutions of Groundwater Management in Iran

Derakhshan, H., Davary, K.¹ and Mosaedi, A.²

The development of groundwater withdrawal, after receiving the pumping technology, triggered to depletion of watertables levels in many regions of the world. After that, many researches and studies in the fields of hydrology, management and governance of groundwater, have been conducted in order to accurately understand the concept of groundwater renewability and therefore determine the appropriate amount of withdrawal from these resources. Unfortunately, in Iran serious attention has not been given to the results of these studies. In this article, firstly, international experiences and findings are briefly reviewed. Then, the management of underground water in Iran, during the last decades, has been analyzed. At the end, some remedial solutions have been suggested.

Keywords: Capture, Groundwater management, Renewability of groundwater, The law of just distribution of water.

1. Corresponding author, Email: k.davary@ferdowsi.um.ac.ir

2. Ph.D. Student and Professors of Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, respectively.

نقش رویکرد سیستمی در مدیریت کیفیت پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی^۱

بهجت تاج‌الدین^۲ و حسن علیپور^۳

چکیده

کشاورزی و منابع طبیعی دارای سیستمی پویا و تغییرپذیر است و بهره‌گیری از الگوهای پویا و انعطاف‌پذیر مانند رویکرد سیستمی اعتباربخشی برای ارزیابی کیفیت و عملکرد آن مؤثر است. با رویکرد سیستمی بهره‌برداران می‌توانند آگاهانه و شفاف بر مبنای آن‌چه که دارند، برای توسعه فرهنگ نظارتی و تعیین وضعیت جاری خود استفاده کنند. موضوع نظارت و ارزیابی از نوع فرآیندهای مدیریتی است و باید به استانداردهای مدیریتی از جمله استانداردهای ایزو^۴ و مدل چرخه دمینگ^۵ توجه کرد. گرچه این استانداردها بیشتر برای بخش خصوصی کاربردی است، اما با توجه به رویکردهای گوناگون در واحدهای دولتی بخش کشاورزی که مسئولیت‌های زیادی از تولید بذر و نهال و واکسن گرفته تا فروش برخی از نهاده‌ها و محصولات را دارند، درک و پیاده‌سازی درست و جامع الزامات مدیریتی کیفیت، سودمندی‌های متمایزی ایجاد می‌کند. با این حال، الگوی اعتباربخشی تنها به وضع استاندارد نمی‌پردازد و دارای بدهای واکاوی، مشاوره‌ای و بهبود است. بهره‌گیری از الگوی سیستمی اعتباربخشی در دو قسمت ارزیابی درونی و بیرونی، تمام جنبه‌های مختلف مؤثر بر چرخش فعالیت و عملکرد یک واحد پژوهشی را به کمک افراد درون و خارج، واحد بر مبنای واقعیت‌های موجود کشور بررسی و واکاوی می‌کند و در پایان، پیشنهادهایی را برای کاهش نقطه‌های ضعف و تقویت نقطه‌های قوت واحد بیان می‌کند تا اثربخشی واحد را برای نظام کشاورزی و منابع طبیعی کشور نمایان سازد. از این رو، نوشتار حاضر به بررسی عامل‌های مؤثر بر چگونگی واکاوی عملکرد می‌پردازد و مرحله‌های ارزیابی درونی را با استفاده از تجربه‌های داخل کشور و تجربه‌های دیگران از جمله گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی^۶ و استانداردهای ایزو تشریح می‌کند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد، استاندارد ایزو، چرخه دمینگ، گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی.

مقدمه

برای اصلاح برنامه‌ها و حفظ کیفیت در هر مجموعه آموزشی-پژوهشی، خدمات‌ها و مانند این‌ها، روش‌های علمی بسیاری برای بررسی عملکرد آن مجموعه و حرکت به سمت وضعیت مطلوب وجود دارد. یکی از این روش‌ها، الگوی

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴

۲- نویسنده مسئول: پست الکترونیک: behjat.tajeddin@yahoo.com

۳- به‌ترتیب، دانشیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج و دانشیار دفتر اقتصادی، اجتماعی و ترویجی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

4. International Organization for Standardization (ISO)

5. Deming cycle

6. Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)

اعتباربخشی^۱ است که امکان اعتبار دادن به مجموعه‌های دارای استاندارد را فراهم می‌کند (پازارگادی، ۱۳۷۸). موضوع اعتباربخشی در بخش پژوهش، به‌ویژه در پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی کشور، تاکنون به‌خوبی دیده نشده است؛ در حالی که بخش کشاورزی و منابع طبیعی، بر پایه هدف‌ها و مأموریت‌های خود در بخش‌های گوناگون پژوهشی، آموزشی و ترویج برای چیره شدن بر چالش‌های درونی و بیرونی، ملی و بین‌المللی به الگوها، روش‌ها و فرآیندهای علمی و عملی ویژه‌ای نیاز دارد تا با درک و کاربرد درست آن‌ها بتواند وظیفه‌ها و تلاش‌های روزافزون خود را برای توسعه این بخش و در نتیجه، توسعه پایدار کشور انجام دهد. از این‌رو، برنامه یا الگوی اعتباربخشی واحدهای پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی که زیر تأثیر عامل‌های گوناگون مدام دستخوش تغییر هستند، راهکار مهمی برای نظارت و ارزیابی آن واحد است. برای اطمینان از این که آیا برنامه اعتباربخشی، الگویی مناسب برای جاگیری نظام ارزشیابی در پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی هست یا خیر، بهتر است در آغاز برخی تعریف‌ها در این بخش بیان و مشخص شوند:

بازرسی^۲ - وظیفه حقوقی و قضایی است که قانونی بودن کاربرد منابع (نهادها) را با هدف جلوگیری از تخلف‌های مالی یا علمی بررسی می‌کند.

ارزیابی^۳ - سلسله اقدام‌های رسمی برای بررسی عملکرد یک واحد سازمانی در فاصله زمانی معینی است. ارزیابی، تمام فعالیت‌های خرد و کلان واحد را در دوره زمانی مشخص در بر می‌گیرد. به عبارت دیگر، ارزیابی همراه با بروز فرآیند صورت می‌گیرد.

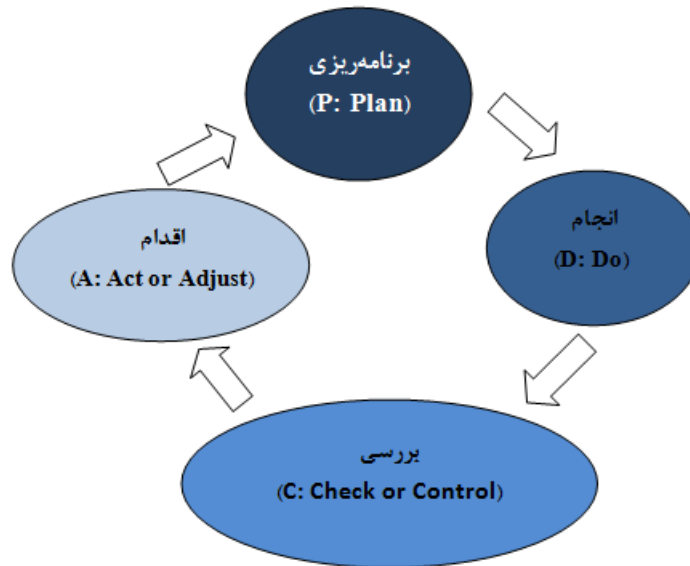
ارزشیابی^۴ - فرآیندی نظام‌دار برای جمع‌آوری، واکاوی و تفسیر اطلاعات به منظور تعیین شکل‌پذیری هدف‌های مورد نظر واحد سازمانی است. به عبارت دیگر، ارزشیابی در پایان فرآیند صورت می‌گیرد.

پایش یا نظارت^۵ - فرآیندی است که در آن به طور منظم، اطلاعات در مورد تمام جنبه‌های یک پروژه/خدمت جمع‌آوری می‌شود.

چرخه دمینگ - از آنجایی که فعالیت‌هایی چون نظارت و ارزشیابی از جنس کنترل کیفیت است، آشنایی با یکی از پایه‌های موضوع کنترل کیفیت یعنی چرخه دمینگ مهم است. این چرخه مخفف ۴ اصطلاح یا مرحله اصلی شامل برنامه‌ریزی، انجام، بررسی و اقدام^۶ بوده و نشانگر فرآیند مدیریتی برای رفع نقطه‌های ضعف و تقویت نقطه‌های قوت است (شکل ۱). چرخه PDCA که توسط دکتر دمینگ (بنیانگذار ژاپن امروزی) ابداع شد، به‌نوعی پایه پیاده‌سازی سیستم مدیریتی ایزو است که در ادامه به آن اشاره خواهد شد. در یک واحد پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی، وظیفه مدیر اصلی و مدیران میانی بسیار سنگین است، زیرا باید بتوانند خود را با تغییرهای مداوم در جهت اصلاح و بهبود سیستم هماهنگ سازند و از مشاوره و خردجمعی نخبگان واحد خود برای برنامه‌ریزی بهتر استفاده کنند. گرچه کارکرد افراد، ضامن تمديد قرارداد کاری آن‌هاست، سیستم ارزیابی و کنترل کیفیت درست چنان کمک‌کننده و فعال است که احتمال خطای افراد را به کمینه کاهش می‌دهد.

اعتباربخشی - مجموعه‌ای از ارزیابی‌ها و ارزشیابی‌ها برای نظارت همیشگی است. بنابراین، اعتباربخشی تنها ارزیابی یا ارزشیابی نیست، بلکه بهبود پیوسته کیفیت یک واحد سازمانی است. همان‌طور که در هر واحد سازمانی، اصولی چون

پرداختن به چرخه دمینگ ممکن است در راستای کنترل کیفیت آن واحد باشد، مورد توجه قرار دادن آن در الگوی اعتباربخشی نیز کمک مؤثری برای بهبود کیفیت است؛ زیرا اصول بنیادی مدیریت کیفیت (که در دل اعتباربخشی نیز جای دارد)، با چرخه PDCA مرتبط است. یادآور می‌شود که اعتباربخشی، کاری به بازرسی واحد سازمانی ندارد، اما از اطلاعات و واکاوی عملکرد حاصل از آن ممکن است در بازرسی واحد سازمانی استفاده شود.



شکل ۱- چرخه دمینگ (PDCA)، پایه و اساس بسیاری از فرآیندهای مربوط به بررسی کیفیت (تاج‌الدین، ۱۳۹۰).

با توجه به تعریف‌های یاد شده، در زیر بیشتر به موضوع اعتباربخشی پرداخته می‌شود.

اعتباربخشی

اعتباربخشی، فرآیند حل مسئله برای بهبود پیوسته کیفیت فعالیت‌های یک مجموعه است که ابتدا در بخش سلامت و بهداشت و درمان در کشورهایی چون آمریکا و کانادا شروع شد. پس از آن در کشورهای دیگر و از جمله در ایران، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، متوالی سلامت مردم، تلاش کرده است تا با استفاده از مدل اعتباربخشی، راهی نو برای کسب اطمینان از عملکرد مناسب سازمان‌های ارائه‌دهنده خدمات‌های سلامت پیدا کند (جعفری و همکاران، ۱۳۸۹). از سوی دیگر، همگام با اعتباربخشی در بخش بهداشت، به اصول اعتباربخشی در بخش آموزش نیز توجه شده است (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۰؛ Abdollahi & Bazargan, 2013; Gregory, 2013; Anonimous, 2024; Segismundo, 2017). در پژوهشی در مؤسسه‌های آموزش عالی خصوصی فیلیپین، مشخص شد که اعتباربخشی آموزش بر ۴ محور یا عامل کیفیت تدریس و پژوهش، پشتیبانی از دانشجویان، ارتباط با جامعه و مدیریت منابع متمرکز است (Anonimous, 2015). همچنین، نتیجه یک طرح پژوهشی-توصیفی در مورد تاثیر تجربه اعتباربخشی بر کیفیت آموزش برخی از مدرسه‌ها نشان داد که شش متغیر پیشرفت حرفه‌ای، آموزش-یادگیری محیط، مدیریت و رهبری سازمان، روحیه استادان و کارکنان، کیفیت رهنمودها و سودمندی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت، تاثیر ترکیبی معنی‌داری بر کیفیت آموزش دارند (Mirshafiei et al., 2016).

با توجه به تعریف‌های یاد شده، اعتباربخشی برای کنترل کیفیت و اطمینان از دارا بودن کمینه استانداردها در هر موسسه، سازمان و مانند آن به کار می‌رود و با آن می‌توان به منظور کسب اطمینان از احراز کمینه استانداردهای پذیرفتنی، به بازبینی و سنجش یا مرور هدف و بررسی برنامه‌ها پرداخت. بنابراین، اعتباربخشی فرآیندی برای سنجش عملکرد است که الگوی آن از دو قسمت مهم ارزیابی درونی و بیرونی تشکیل شده است.

هدف اصلی ارزیابی درونی فراهم کردن اطلاعات مناسب، مرتبط و به‌روز درباره واحد علمی مورد ارزیابی برای تعیین کیفیت و استفاده از فرصت‌های موجود برای اصلاح نقطه‌های ضعف و بهبود کیفیت است (جدول ۱). نتیجه ارزیابی درونی هر چه باشد به صورت گزارشی دربرگیرنده واکاوی عملکرد منتشر می‌شود و پایه‌ای برای ارزیابی بیرونی خواهد بود. وظیفه اصلی ارزیابی بیرونی بررسی نتایج گزارش ارزیابی درونی توسط هیئتی متشکل از صاحب‌نظران آشنا با هدف‌های واحد است. این هیئت با بهره‌گیری از این بررسی و روش کارهای ارزیابی مدیر و ارزیابی واحد، شاخص‌های تعیین شده را واکاوی کرده و نتیجه ارزشیابی پایانی را به شکل گزارش ارزیابی بیرونی بیان و مستندسازی می‌کند. نتیجه ارزیابی بیرونی به صورت گزارشی در اختیار مدیران بالادستی، مسئولین، تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران برای تصمیم‌های درست و به‌جا بر مبنای واقعیت‌های موجود و عملی کردن آن‌ها خواهد بود (تاج‌الدین و همکاران، ۱۳۹۹ ب). برای مقایسه بهتر، ویژگی‌های ارزیابی درونی و بیرونی در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های ارزیابی درونی و بیرونی در یک واحد پژوهشی مورد بررسی (پازارگادی، ۱۳۷۸؛ کریمیان و همکاران، ۱۳۹۰).

ویژگی	ارزیابی درونی	ارزیابی بیرونی
افراد مؤثر در ارزیابی	کارکنان (نیروهای علمی و پشتیبانی) درون واحد	متخصصان مرتبط از خارج از واحد
معیارهای قضاوت	- عملکرد خود - میانگین عملکرد دیگران - استانداردهای موجود - استانداردهای پیشنهادی	- داوری کارکرد واحد براساس گزارش ارزیابی درونی - بررسی چگونگی نتایج ارزیابی درونی، برای اثربخشی و شکل‌پذیری نتایج
هدف	تعیین، تهیه و گردآوری داده‌های مناسب، مرتبط و به‌روز به‌منظور داوری و تصمیم‌گیری برای بهبود کیفیت و اصلاح ضعف‌ها از راه مشارکت مستقیم کارکنان	- مشروعیت بخشیدن به گزارش ارزیابی درونی، - استفاده از تجربه‌های پیشین برای توسعه و پیشرفت و به‌کارگیری آن در مرحله‌های دیگر، - استفاده از اطلاعات حاصل برای پاسخ‌گویی به همگان و تصمیم‌گیرندگان
جهت‌گیری	آینده‌نگری و اصلاح امور	گذشته‌نگری و سنجش عملکرد
سودمندی	توجه به نقش هیات علمی و همه کارکنان	توجه به مسئولیت‌پذیری، تعهد و پاسخ‌گویی

ارزیابی درونی بسیار مهم است و پایه اعتباربخشی است. به عبارت دیگر، تا ارزیابی درونی اجرا نشود، الگوی اعتباربخشی پیش نخواهد رفت. از این رو، در ادامه به موضوع ارزیابی درونی می‌پردازد.

ارزیابی درونی

ارزیابی درونی به معنای فرآیند تعیین، تهیه و گردآوری داده‌ها و اطلاعات مناسب، مرتبط و به‌روز یک واحد به‌منظور قضاوت و تصمیم‌گیری برای بهبود کیفیت و اصلاح کاستی‌ها از راه مشارکت تمامی کارکنان است. در ارزیابی درونی هر کدام از واحدها، هدف مقایسه آن‌ها با یکدیگر نیست، بلکه تأکید اصلی بر داوری درباره هدف‌ها و عملکردهای خود آن واحد است (تاج‌الدین و همکاران، ۱۴۰۲). برای ارزیابی درونی در هر واحد علمی از جمله

واحدهای پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی، لازم است زمینه‌های کاری و دامنه فعالیت آن به‌خوبی شناخته شود تا بر مبنای آن داده‌های لازم گردآوری، راستی‌سنجی و مستندسازی شده و سرانجام درباره کیفیت فعالیت‌ها داوری شود. با بهره‌گیری از الگوی اعتباربخشی و مرحله اول آن یعنی ارزیابی درونی، می‌توان به بخشی از هدف‌ها رسید. هدف‌های زیر در ارزیابی درونی دنبال می‌شوند:

- ❖ اطلاع از بازخورد چگونگی اجرای برنامه.
- ❖ تصمیم‌گیری برای ادامه، توقف یا اصلاح برنامه.
- ❖ کسب آگاهی از مقدار شکل‌پذیری هدف‌های برنامه.
- ❖ بررسی مقدار مناسب بودن هدف‌ها و ضرورت تجدیدنظر.
- ❖ کمک به تصمیم‌گیری آگاهانه توسط مدیران.

این هدف‌ها دربرگیرنده اجرای ارزیابی درونی در مؤسسه/مرکز برای شناخت نقطه‌های ضعف و قوت آن‌جا است. در واقع، جریان ارزیابی درونی وضعیت موجود (آن‌چه هست) و مطلوب (آن‌چه باید باشد) و رسیدن به آن‌چه می‌تواند باشد (کمال‌گرایی و آینده‌گری) را به‌تصویر می‌کشد تا بر اساس آن برنامه‌ها بازنگری و اصلاح شوند. بنابراین، الگو یا مدل مورد بحث که یکی از معتبرترین مدل‌های ارزیابی مبتنی بر کیفیت و ایمنی با برخورداری از پذیرش جهانی به شمار می‌رود، هدف‌مدار^۱، فرآیندمدار^۲ و نتیجه‌مدار^۳ است.

مدل ارزیابی درونی

با در نظر گرفتن آن‌چه گفته شد، مدل ارزیابی درونی، مدلی نظام‌مند، ساده، پویا، جامع، شاخص محور و عملکردگراست. این مدل، بر مبنای درک درستی از واقعیت‌های موجود مربوط به چالش‌ها و مشکل‌های بخش کشاورزی و منابع طبیعی کشور و جهان، سیاست‌ها و برنامه‌هایی را مشخص می‌سازد و برای حل یا کاهش چالش‌ها به بررسی دروندادها، فرآیندهای اجرا و بروندادها که پایه‌های اصلی این مدل هستند، می‌پردازد.

یکی از سازمان‌های بین‌المللی فعال در بخش کشاورزی، گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی است که مشابیهایی با سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ایران (بازوی پژوهشی وزارت جهاد کشاورزی) دارد، زیرا گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی نیز پژوهش‌های کشاورزی را برای سازمان ملل پیگیری می‌کند؛ با این تفاوت که این گروه غیردولتی است و ساختار ویژه خود را دارد و همسو با برنامه‌های خود بودجه‌های پژوهشی تعریف می‌کند، اما سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی ایران دولتی است و بودجه آن نیز وابسته به دولت و شرایط کشور است. گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی، مشارکت جهانی است که سازمان‌های درگیر پژوهش در زمینه آینده‌ای با امنیت غذایی^۴ را متحد می‌کند. سه هدف اصلی این گروه عبارت است از کاهش فقر^۵، بهبود امنیت غذایی^۶ و بهبود منابع طبیعی و محیط زیست^۷. یکی از دلایل موفقیت این گروه، باور به یک سیستم ارزیابی دقیق برای نظارت و پایش شفاف پروژه‌ها و برنامه‌های گروه است. با این که سال‌ها پس از تاسیس این گروه یعنی از سال ۱۹۷۱ تاکنون هدف‌های پروژه‌ها و برنامه‌های آن تغییر کرده است، اما گروه توانسته است با تفکر سیستمی و به‌روز

1. Goal oriented	2. Process oriented	3. Result oriented	4. Food security
5. Reduce poverty	6. Improve food and nutrition security for health		
7. Improve natural resources and ecosystem services			

نگهداشتن نظام ارزیابی و نظارت خود، با پرهیز از پراکنده‌کاری، خطاها را به کمینه برساند. از سال ۲۰۱۵، راهبردهای این گروه منطبق بر برنامه‌های توسعه پایدار سازمان ملل متحد شد. پژوهش‌های کاربردی، رفتن به مزرعه و استفاده بهره‌بردار از پژوهش‌ها، حرف اول را در مالکیت ارزیابی سیستم گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی می‌زند (Anonymous, 2024).

با استفاده از تجربه‌های گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی و برنامه‌های اعتباربخشی، برای اجرای ارزیابی درونی هر واحد پژوهشی که باید بر پایه سال (برای نمونه سالانه یا هر دو سال یک بار صورت گیرد) و بر پایه واقعیت‌ها باشد، ابتدا لازم است کمیته اعتباربخشی یا کمیته نظارت و ارزشیابی با حضور مدیران و کارکنان باتجربه، آگاه و علاقمند به مسایل کیفی و استانداردهای هر واحد تشکیل شود. لازم است افراد عضو کمیته با دیدگاه نظام‌مند مورد استفاده در ارزیابی درونی واحدها، مشتمل بر آگاهی از چالش‌های پیش‌روی بخش کشاورزی و منابع طبیعی، سیاست‌ها و برنامه‌های تبیین‌شده، درونداها^۱، فرآیندها^۲، برونداها و دستاوردها^۳، پیامد^۴ و اثربخشی^۵ به شرح زیر آشنا شوند (تاج‌الدین و همکاران، ۱۳۹۹ الف؛ تاج‌الدین و همکاران، ۱۳۹۹ ب؛ تاج‌الدین و همکاران، ۱۴۰۲).

چالش‌های بخش کشاورزی و منابع طبیعی

کشاورزی و منابع طبیعی، از علوم تجربی هستند و در نتیجه همواره ممکن است با چالش‌ها و مسئله‌های زیادی متاثر از عامل‌های گوناگون محیطی، انسانی یا مدیریتی روبه‌رو باشند. شناخت و آگاهی از چالش‌های پیش‌رو، به مشخص کردن و تدوین برنامه‌ها کمک بزرگی می‌کند.

سیاست‌ها و برنامه‌های تعیین شده

سیاست‌ها و برنامه‌ها متناسب با هدف‌های سازمانی و با توجه به سندهای بالادستی بخش کشاورزی و منابع طبیعی به شکل برنامه عملیاتی هر واحد پژوهشی برای پاسخگویی به چالش‌های مهم بخش کشاورزی و منابع طبیعی کشور و دامنه فعالیت واحد مشخص می‌شود.

درونداها

درونداهای هر واحد عبارتست از مجموعه‌ای از داشته‌های موجود یا ورودی‌های مستمر به واحد مانند منابع انسانی، بودجه و اعتبارها، تجهیزات و امکانات.

فرآیندها

فرآیند، مجموعه‌ای از فعالیت‌های مرتبط به هم یا متعامل است که شماری دروندا را برای تحویل نتایج مورد نظر به کار می‌گیرد تا در پایان ارزش افزوده‌ای به دست آید. فرآیند در هر مجموعه با فعالیت‌های خُرد در آن مجموعه متفاوت است. اگر در هر واحد سازمانی فرآیندها در قالب روش‌های اجرایی به درستی تدوین شوند و سازوکارهای کنترل و مراقبت آن‌ها برای رسیدن به اثربخشی به شیوه درستی تعریف شود، آن واحد سازمانی در مسیر بهبود و رشد قرار خواهد گرفت.

چنانچه طراحی و استقرار فرآیندها از جمله فرآیندهای نظارتی که بیشتر موضوع بحث این مقاله است بر مبنای اصول و الزام‌ها صورت گیرد، نه تنها دست و پاگیر نیست، بلکه موجب آسانی و روانی امور و حتی کاهش هزینه‌ها

می‌شود. برای نمونه، استاندارد بین‌المللی ایزو ۹۰۰۱ (Anonymous, 2015) که اساس و پایه تمامی سیستم‌های مدیریتی است، یک استاندارد شناخته شده جهانی برای مدیریت کیفیت است. این استاندارد به سازمان‌ها (در هر اندازه و بخش) کمک می‌کند تا عملکرد خود را بهبود بخشند، انتظارات مشتریان را برآورده کنند و تعهد خود را به کیفیت نشان دهند. الزام‌های آن، شیوه ایجاد، پیاده‌سازی، نگهداری و بهبود پیوسته یک سیستم مدیریت کیفیت^۱ را مشخص می‌کند.

بر اساس الزام‌های سیستم مدیریت کیفیت، فرایندها به ۳ دسته فرایندهای اصلی، فرایندهای پشتیبانی و فرایندهای مدیریتی تقسیم می‌شوند. فرایندهای اصلی، به فرایندهایی گفته می‌شود که به نوعی فلسفه وجودی یا مأموریت آن واحد سازمانی محسوب می‌شوند. برای نمونه، فرایندهای اصلی در یک واحد تولیدی شامل فرایندهای تولید، کنترل کیفیت، بازاریابی، فروش، برنامه‌ریزی و تامین، خرید مواد اولیه و بسته‌بندی هستند.

فرایندهای پشتیبانی یعنی فرایندهایی که رویکرد تامین منابع دارند و برای ایجاد اطمینان از درستی عملکرد مناسب سایر فرایندها تعریف می‌شوند؛ مانند فرایندهای انبارداری، آموزش، واسنجی^۲ دستگاه‌ها، کنترل اطلاعات مدون، خرید خدمات، تجهیزات/ ماشین‌آلات و مواد و وسیله‌های آزمایشگاهی.

فرایندهای مدیریتی یعنی فرایندهایی که موجب جهت‌یابی فعالیت واحد سازمانی و حرکت در مسیر بهبود می‌شوند. این فرایندها، دستیابی به هدف‌ها و برنامه‌ها را آسان می‌سازند؛ مانند فرایندهای بازنگری مدیریت، تضمین کیفیت، اقدام‌های اصلاحی، مدیریت راهبردی، مدیریت خط‌پذیری‌ها و شناسایی فرصت‌ها، پایش و اندازه‌گیری^۳ و مدیریت تغییرها.

با توجه به آنچه گفته شد، مشخص است که موضوع نظارت و ارزیابی از نوع فرایندهای مدیریتی است. اگر چگونگی پایش و اندازه‌گیری فرایندها یعنی همان اجرای الگوی اعتباربخشی به ویژه ارزیابی درونی، پس از شناسایی و تعیین نوع آن‌ها به درستی و بر اساس ضابطه‌ها و الزام‌ها صورت گیرد، هر واحد سازمانی متحول شده و در نهایت هزینه‌ها کاهش خواهد یافت که به معنای سودآوری و اثربخشی آن واحد خواهد بود.

پیاده‌سازی استاندارد ۹۰۰۱ به این معنی است که آن سازمان یا واحد، هر چند وقت یک‌بار مؤثر بودن فرایندها و آموزش کارکنان را برای ارائه محصول‌ها یا خدمات‌های بی‌عیب و نقص اجرا کرده است. گرچه این استاندارد بیشتر برای بخش خصوصی اجرایی و کاربردی است، با توجه به رویکردهای جدید در واحدهای پژوهشی زیرمجموعه بخش دولتی که بر اساس وظیفه و مسئولیت‌های متعدد خود از تولید بذر و نهال و واکسن گرفته تا فروش برخی از نهاده‌ها و محصول‌ها را در بر می‌گیرد، درک و پیاده‌سازی درست و جامع الزام‌های سیستم مدیریت کیفیت ایزو ۹۰۰۱، سودمندی‌های متمایزی ایجاد می‌کند که به طور خلاصه دستاوردهای زیر را دربرمی‌گیرد (Anonymous, 2015):

- ۱- توجه به تفکر و برنامه‌ریزی راهبردی؛ توجه به مدیریت اثربخش کل زنجیره تامین، تولید، عرضه و خدمات‌های واحد مورد نظر؛ توجه به شناسایی نیازها و انتظارات حال و آینده بهره‌وران کلیدی، اندازه‌گیری و افزایش میزان رضایت بهره‌وران درون و برون واحد و توجه به راهکارهای افزایش مشارکت، همسویی و انگیزش کارکنان توسط مدیریت ارشد.
- ۲- تمرکز بر رویکرد فرآیندی که نتیجه‌گرا و عملکردمحور است و توجه به نقش تمامی کارکنان و فرایندهای واحد در دستیابی به هدف‌ها به جای تمرکز بر ساختار سازمانی متمرکز بر پست‌ها و سمت‌های سازمانی؛ ارجحیت رویکرد

رهبری به مدیریت در راستای ایجاد همدلی، دلبستگی سازمانی و همسو نمودن همه مدیران و کارکنان برای بهینه‌سازی امور و توجه به مدیریت جامع تغییر و مدیریت خطرپذیری‌ها و استفاده بهینه از فرصت‌ها و تغییرهای جامعه.

۳- توجه به مسئولیت‌ها، اختیارها و نقش‌های سازمانی و پاسخگو کردن مدیران و کارشناسان نسبت به عملکرد فرآیندهای مرتبط با خودشان؛ درگیر کردن مدیران و کارشناسان در تعیین هدف‌های راهبردی، هدف‌های سالانه، برنامه‌ها و پروژه‌های عملیاتی، توسعه‌ای و توجه به نقش تک تک آن‌ها در دستیابی به هدف‌ها و اجرای برنامه‌ها.

۴- گسترش تفکر بر پایه خطرپذیری‌ها و فرصت‌ها در همه زنجیره تامین، تولید، عرضه و خدمت‌های پس از فروش و پیش‌بینی و مدیریت پیشگیرانه خطرپذیری‌ها.

۵- توجه کافی به مدیریت منابع، کارایی، اثربخشی و بهره‌وری منابع و برجسته کردن مدیریت دانش سازمانی برای حفظ و توسعه سرمایه‌های معنوی واحد.

۶- تاکید بر ارزیابی و مدیریت عملکرد مدیران ارشد، مدیران میانی، کارشناسان و کارگران مبتنی بر هدف‌ها، برنامه‌ها، شاخص‌ها و معیارهای مرتبط.

۷- بهبود و بهینه‌سازی پیوسته عملکرد همه ارکان واحد از منابع انسانی، زیرساخت‌ها، محصول‌ها، خدمات‌ها و دارایی‌های فیزیکی، مالی و معنوی واحد بر پایه پایش، اندازه‌گیری و بهبود پیوسته.

به طور کلی، در یک واحد سازمانی فعالیت‌ها به ۲ دسته فعالیت‌های عمده و فعالیت‌های خرد تقسیم می‌شوند. فعالیت‌های عمده ابتدا در قالب فرآیند تعریف شده و پیرو آن، روش اجرایی مناسب تدوین می‌شود. پایش فرآیند و اندازه‌گیری فرآیند به عنوان ۲ موضوع متفاوت از یکدیگر، خود بحث مهمی در ارزیابی درونی واحدهاست. فرآیند اصلی در مجموعه واحدهای پژوهشی، اقدام‌های انجام‌شده در بخش‌های پژوهش، فناوری، نظارتی (مدیریتی)، تولید محصول فناورانه و آموزش و ترویج است. بنابراین، در تدوین ارزیابی درونی یک واحد پژوهشی، فرآیندها پایش شده و هنگام اجرای ارزیابی درونی (روش اجرایی)، به نوعی فرآیندها یا نتیجه فرآیندها اندازه‌گیری می‌شوند.

بروندادها و دستاوردها

بروندادها و دستاوردها یعنی نتایج حاصل از فرآیندهای مبتنی بر بروندادها، بر اساس هدف‌ها، عامل‌ها، شاخص‌ها و ملاک‌ها^۱ و نشانگرهای^۲ لازم برای هر یک از کارگروه‌ها تعیین می‌شوند. سازوکار پایش و اندازه‌گیری بروندادها و دستاوردها، پس از شناسایی و تعیین نوع آن‌ها، اگر به درستی و بر اساس ضابطه‌ها و الزام‌ها صورت گیرد، هر واحد سازمانی را دگرگون خواهد ساخت.

پیامد و اثربخشی

پیامد و اثربخشی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی عبارت است از درجه تأثیر بروندادها و دستاوردهای پژوهش‌های این بخش از کشور در شکل‌گیری هدف‌های کلان بخش کشاورزی و منابع طبیعی کشور. به بیان دقیق‌تر، پیامد، نتایجی از بروندادها و دستاوردهاست که به بخش مربوط به خود در جامعه منتقل شده باشد و اثربخشی، نتایجی است که در جامعه انعکاس یافته و موجب ایجاد تغییرهایی در جامعه شده است.

درک ضرورت برقراری فرآیندهای نظارتی، موجب پیگیری بیشتر رویکرد اثربخشی واحدهای مورد بررسی خواهد شد. برای نمونه، با پیگیری رویکرد اثربخشی نظام‌مند یا سیستمی در یک واحد پژوهشی، مشخص می‌شود که یک عضو هیئت علمی یا یک نیروی پشتیبانی تنها برای اخذ نمره سالانه ترفیع کار می‌کند یا درک و فهم ژرفی از اثر علمی و اجتماعی مسئولیت خود دارد و برای آن فعالیت می‌کند.

اجرای ارزیابی درونی

براساس قانون‌های گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی، در یک واحد پژوهشی، خودارزیابی^۱ یا همان ارزیابی درونی اغلب شامل بررسی عملکرد و پیشرفت افراد و تیم‌های پژوهشی است تا مشخص شود چقدر به هدف‌ها و نقطه‌های عطف پژوهشی خود دست یافته‌اند، چه خروجی‌ها یا برون‌دادهایی داشته‌اند، چقدر در جامعه اثربخشی داشته و تاثیرگذار بوده‌اند، چقدر کار گروهی و همکاری مؤثر با یکدیگر داشته‌اند و مانند این‌ها (Abdollahi & Bazargan, 2013). بنابراین، برای پیشبرد مدل ارزیابی درونی و تشخیص این که وضعیت جاری یک واحد پژوهشی چگونه است و به کجا پیش می‌رود، محور یا عامل‌های متمرکز ممکن است دربرگیرنده بخش‌هایی چون کیفیت پژوهش، کیفیت تدریس، پشتیبانی از اعضای هیئت علمی، مدیریت و رهبری واحد، ارتباط با بخش اجرا و ارتباط با جامعه باشد. به طور کلی، مرحله‌های ارزیابی درونی در هر یک از واحدهای پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی برای تعیین وضعیت هر یک از بخش‌های کاری/عملیاتی به شرح زیر است:

۱- تشکیل شورا یا کمیته اعتباربخشی. این شورا یا کمیته باید بر باور، دیدگاه یا نوع نگرش به آینده^۲، رسالت یا مأموریت^۳ و ارزش‌های آن واحد پژوهشی متمرکز باشد (تاج‌الدین و همکاران، ۱۳۹۹ الف) تا بر اساس آن، بخش‌های کاری و دامنه فعالیت واحد به خوبی شناخته شود. کمیته یا شورای اعتباربخشی، بالاترین نهاد تصمیم‌گیری است. بدیهی است که باور واحدهای پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی، ایجاد اثرهای مثبت اقتصادی - اجتماعی از جمله بهبود وضعیت معیشت مردم و تامین امنیت غذایی است. رسالت یا مأموریت هر واحد پژوهشی کشاورزی نیز پژوهش، آموزش و ترویج کشاورزی برای ایجاد دگرگونی‌های فرهنگی و علمی مرتبط با بخش کشاورزی و منابع طبیعی و سرعت بخشیدن به توسعه بنیادی و تقویت شناخت سودمندی‌هایی است که قرار است از راه اعتباربخشی حتی در سطح جهانی حاصل شود. ارزش‌ها یا زیرساخت‌هایی نیز که قرار است با اتکا به آن‌ها فعالیت کرد شامل راستگویی و منصف بودن بدنه مجموعه، همکاری با دیگران برای ایجاد مشارکت‌های سودمند دوطرفه، احترام به واحد با تایید گوناگونی هدف‌ها و مأموریت‌ها، تعالی‌جویی با ایجاد نتایج چشمگیر از راه نوآوری‌های پیوسته و پاسخگویی با رعایت بالاترین استانداردهای حرفه‌ای است (ACEEU, 2016).

۲- تشکیل یک یا چند کارگروه برای تعیین عامل‌های مورد بررسی براساس ماهیت و حجم فعالیت‌های واحد برای کمک به حل یا رفع چالش‌های پیش‌روی بخش کشاورزی و منابع طبیعی کشور (بر اساس جلسه‌های متعدد بارش افکار^۴ متشکل از نیروهای علمی خبره و نظرخواهی از صاحب‌نظران)، آشناکردن اعضای هیئت علمی و همه کارکنان

واحد با رویکرد ارزیابی درونی و تهیه تقویم زمانی برای اجرای ارزیابی درونی. همزمان، باید خط پایه^۱ (وضعیت ابتدایی) یعنی وضعیت در زمان شروع همراه با چشم‌انداز^۲، یعنی وضع و تصویر مطلوب، مشخص شود (ACEEU, 2016).

۳- تعیین و توصیف هدف‌ها و سیاست‌های کلی یا اصلی همسو با هر یک از کارگروه‌ها بر اساس سندهای بالادستی واحد. هر یک از این کارگروه‌ها، هدف‌ها و شاخص‌های خود را تعیین می‌کند؛ به طوری که دربرگیرنده هدف‌های کلان، هدف‌های جزئی، ملاک‌های ارزیابی، شاخص‌های اندازه‌گیری و معیارهای شکل‌پذیری، ابزار اندازه‌گیری برای شکل‌گیری ملاک‌های ارزیابی، پرسشنامه‌های تخصصی مربوط به هر یک از کارگروه‌ها و آمار ثبت‌شده در هر واحد باشد. این پرسشنامه‌ها باید در اختیار مخاطبان هر کارگروه در سطح مشخصی (جامعه آماری مشخصی) قرار گیرد. اگر گردآوری اطلاعات از روش پرسشنامه شدنی نباشد، آن اطلاعات از راه داده‌های موجود در واحد پژوهشی، آیین‌نامه‌ها، رهنمودها، قانون‌ها و استانداردهای بالادستی مجموعه، جمع‌آوری می‌شود (Segismundo, 2017). برای نمونه، در سیستم گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی مشخص و شفاف بودن شاخص‌های ارزیابی افراد و سیستم، کار ارزیابی را راحت می‌کند. در حقیقت، تمرکز روی کارهای مشخص و نیازمحور، ارزیابی را آسان‌تر می‌کند (Anonymous, 2024).

۴- پس از جمع‌آوری داده با استفاده از سامانه‌ها، بانک‌های اطلاعاتی، پرسشنامه‌ها، مصاحبه، بررسی سندها و مدرک‌های موجود و مانند این‌ها، داده‌های به‌دست‌آمده باید واکاوی آماری شوند. یکی از رایج‌ترین مقیاس‌های اندازه‌گیری در پژوهش‌های پرسشنامه‌ای، مقیاس لیکرت^۳ است. ممکن است اطلاعات در نرم‌افزار ساده‌ای چون اکسل وارد و متناسب با آن، از روش‌های آماری استفاده شود یا بسته به حجم کار و آشنایی مجموعه با نرم‌افزارهای تخصصی، از نرم‌افزارهای پیشرفته‌تری استفاده کرد. برای نمونه، نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمانی^۴، نرم‌افزاری است که برای کمک به اجرای فعالیت‌های یک واحد سازمانی و پشتیبانی از خودکارسازی فرآیندهای مالی، منابع انسانی، تولید، زنجیره تامین، خدمات، تدارکات و مانند این‌ها در یک مجموعه تولیدی/خدمتی از آن استفاده می‌شود؛ یا با استفاده از مدل تجزیه و واکاوی قوت-ضعف-فرصت-تهدید^۵، داده‌ها ارزیابی و نقطه‌های قوت، نقطه‌های ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها واکاوی شوند. یادآور می‌شود که استفاده از نرم‌افزارها، اغلب واحد را در قالبی کلیشه‌ای تعریف و هدایت می‌کند که ممکن است برای پویایی، جامعیت و گفتمان یک واحد پژوهشی مناسب نباشد. برای نمونه، میرشفیعی و همکاران (۲۰۱۶) در ارائه مدلی برای اعتباربخشی استانداردهای بیمارستانی در وزارت بهداشت ایران، متوجه شدند که این استانداردها به‌دلیل ناکارآمدی در نشان دادن کاستی‌ها و عیب‌های موجود در مرکزهای درمانی نیاز به واکاوی دارد. از این رو، استانداردهای اعتباربخشی را با استفاده از قوت-ضعف-فرصت-تهدید تجزیه و واکاوی کردند و ضعف‌ها، فرصت‌ها و تهدیدها در این بررسی را ارزیابی کردند تا بتوانند با این جستجوی نظام‌مند یا سیستمی نقطه‌های ضعف و قوت در برنامه اعتباربخشی، مدل مناسبی را به‌عنوان مرجعی برای الگوسازی در طراحی الگوی ملی انتخاب کنند (Mirshafiei et al., 2016).

۵- تعیین استانداردها و معیارهای شکل‌پذیر یا مطلوبیت برای نشانگرها (داده‌های جمع‌آوری‌شده) برپایه استانداردهای موجود داخلی و خارجی و اطلاعات و تجربه استادان واحد بررسی و سایر مرکزهای علمی معتبر. این استانداردها در ارزیابی بیرونی هم توسط هیئت مرتبط بررسی می‌شود که اعضای آن بیشتر دربرگیرنده استادان مرکزهای علمی معتبر هستند.

1. Base line	2. View	3. Likert scale	4. Enterprise resource planning (ERP)
5. Strength-weakness-opportunity-threat (SWOT)			

۶- واکاوی و تفسیر نتایج داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر یک از نشانگرها همراه با بررسی برون‌دادها و اثربخشی آن‌ها برای تعیین وضعیت جاری واحد. یکی از مهمترین نتایج ارزیابی درونی، مقدار مشارکت کارکنان آن واحد پژوهشی است که به معنای اهمیت دادن به کیفیت محل کار خود و نمایاندن وضعیت موجود آن است و نشان می‌دهد که بررسی وضعیت موجود و رسیدن به مطلوبیت از خواسته‌های کارکنان آن مرکز پژوهشی است و لازم است در برنامه‌ریزی‌های گروه‌های کاری، مدیران و مسئولان واحد در نظر گرفته شوند. بی‌تردید، همکاری برای بهبود کیفیت فعالیت‌های هر واحد پژوهشی، هدف نهایی آن واحد است.

۷- تهیه گزارش پایانی واحد پژوهشی همراه با بیان پیشنهادها و راهکارها. یعنی در گزارش ارزیابی درونی هر واحد پژوهشی، باید برای هر عامل یا کارگروه مورد نظر با استفاده از ملاک‌ها و نشانگرهای مربوط به آن‌ها، ۳ اصل توصیف یا تشریح عامل یا کارگروه، نتیجه ارزیابی و پیشنهاد برای تقویت یا بهبود آن عامل یا کارگروه در نظر گرفته شود. این گزارش در اختیار ارزیابان بیرونی قرار خواهد گرفت تا مرحله دوم الگوی اعتباربخشی یعنی ارزیابی بیرونی انجام شود. برای نمونه، در سیستم گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی، اغلب، ارزیاب‌های خارج از سیستم گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی به درخواست این نهاد برای ارزیابی علمی و حتی مالی سیستم گروه مشورتی بین‌المللی پژوهش‌های کشاورزی به صورت کوتاه‌مدت استخدام می‌شوند تا ضعف‌ها از سوی یک گروه خارج از مجموعه مشخص شود. نتایج ارزیابی بیرونی برای استفاده در اختیار همگان قرار می‌گیرد (Anonymous, 2024).

نتیجه‌گیری

رویکرد یا تفکر سیستمی، یکی از رویکردهای جامع و کلی‌نگر و یکی از بهترین روش‌ها برای حل مسئله‌ها در بخش‌های مختلف از جمله در پژوهش‌های کشاورزی و منابع طبیعی است، زیرا در آن ترکیبی از اجزا برای رسیدن به هدفی مشترک با یکدیگر تعامل دارند. از جمله این رویکردها، الگوی اعتباربخشی است که برنامه‌ای علمی برای اعتبار دادن به مجموعه دارای استانداردها و الزام‌هاست. از آنجایی که سیستم کشاورزی و منابع طبیعی سیستمی پویا و تغییرپذیر است، نیاز به بهره‌گیری از الگوهای پویا و انعطاف‌پذیر برای ارزیابی عملکرد واحدهای مرتبط با آن وجود دارد. از این رو، این واحدها که براساس موضوع‌های علمی و استانداردهای پژوهشی و مدیریتی نیز فعالیت می‌کنند، می‌توانند از برنامه یا الگوی اعتباربخشی برای بررسی و نظارت پیوسته عملکرد خود در جهت توسعه فرهنگ نظارت، ارزیابی، ارزشیابی و نهادینه‌سازی آن و تعیین وضعیت جاری خود استفاده کنند. بدیهی است فعالیت‌هایی چون نظارت و ارزشیابی از جنس مدیریت کیفیت و از جنس عدالت است، زیرا در این فعالیت‌ها با سنجش یا کمی کردن تمام معیارهای درگیر در فعالیت، وزنه‌ای برای بهبود کیفیت و ممانعت از رخدادهای نامطلوبی چون فساد، فراهم می‌شود و مانند چرخه دمینگ، سامانه پیوسته خود را ارزیابی می‌کند. تعیین کارایی هر واحد پژوهشی بر اساس دیدگاه سیستمی با عامل‌هایی مرتبط است که درون‌داد، فرآیند، برون‌داد، پیامد و اثربخشی را شامل می‌شود. با اجرای ارزیابی درونی و موفقیت در پیشبرد هدف‌های اعتباربخشی هر واحد پژوهشی یعنی شناسایی نقطه‌های ضعف و قوت، الگویی برای ارزشیابی پیوسته عملکرد آن واحد ایجاد می‌شود. با چنین ارزیابی پیوسته‌ای، بر مبنای واقعیت‌های موجود شرایط کشور، هر واحد پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی می‌تواند تشخیص دهد که با استفاده از اختراع، ابتکار، نوآوری و استفاده بهینه و به‌روز از باورهای موجود یا دنبال کردن نظرهای نو، آیا پژوهش‌های خود را با ایجاد تغییر و فرآوری، در راستای

ماموریت و رسالت خود یعنی توسعه پایدار کشاورزی کشور اجرا می‌کند یا نه؟ پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی آیا گامی برای حل دشواری‌ها و چالش‌های جدی کشور بر می‌دارند یا خیر؟ آیا هر واحد پژوهشی برای حفظ استانداردها و اعتبار خود و بررسی بهبود مستمر وضعیت آن، به مدیریت کیفیت و الزام اجرای استانداردهای مدیریتی مانند استاندارد ایزو می‌پردازد؟ اگر پاسخ این پرسش‌ها مثبت باشد، بی‌شک آن واحد پژوهشی تأثیر این‌گونه ارزیابی عملکرد را که باید در فاصله‌های زمانی معین (بنا به تشخیص مجموعه مورد نظر) با برتری بررسی سالانه انجام شود، در اعتباربخشی مجموعه خود یعنی بهبود نقطه‌های ضعف و تقویت نقطه‌های قوت خواهد دید. بدون تردید، هر واحد پژوهشی با شناخت نقطه‌های ضعف و قوت خود، در پایان ارزیابی درونی، حامل پیشنهادهایی برای تقویت نقطه‌های قوت و اصلاح نقطه‌های ضعف بوده و متوجه پیامدها و اثربخشی خود در جامعه می‌شود.

منابع

- پازارگادی، مهرنوش. (۱۳۷۸). اعتباربخشی در آموزش عالی. انتشارات صباح.
- تاج‌الدین، بهجت. (۱۳۹۰). *اصول کنترل کیفیت مواد غذایی*. تهران: نشر علم کشاورزی ایران. ۱۳۴ صفحه.
- تاج‌الدین، بهجت؛ عباسی، فریبرز؛ حیدری، نادر. الف. (۱۳۹۹). رویکرد اعتباربخشی در مرکزهای پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی ایران. *پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۵ (۲)، ۱۷۸-۱۸۹.
- تاج‌الدین، بهجت؛ عباسی، فریبرز؛ حیدری، نادر؛ جمشیدی، بهاره؛ اکبری، مهدی؛ باقری، نیکروز؛ شریفی مالواجردی، احمد؛ عباسی، نادر؛ مومنی، داوود؛ روحی، علی، سلطانی، نیلوفر؛ آقااحمدی، مریم. ب. (۱۳۹۹). بررسی و تحلیل نتایج اعتباربخشی تحقیقات مهندسی کشاورزی: مطالعه موردی خودارزیابی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۲۸ (۱۱۲)، ۱۲۷-۱۴۰.
- تاج‌الدین، بهجت؛ علیپور، حسن؛ مهدی‌پور، آزاده. (۱۴۰۲). دستورالعمل علمی- فنی "روش‌شناسی الگوی اعتباربخشی واحدهای پژوهشی (واحدهای تابعه سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی) با تأکید بر ارزیابی درونی". سند شماره ۶۴۷۲۳ (شماره فروست) به‌تاریخ ۱۴۰۲/۱۰/۲۴، مرکز اطلاعات و مدارک کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۲۱ صفحه.
- جعفری، غلامعلی؛ خلیفه‌گری، صمد؛ دانایی، خدیجه؛ دولتشاهی، پریسا؛ رضانی، مژده؛ روح‌پرور، راحله؛ صباغیان پیرو، ع؛ عابدینی سلیم‌آبادی، پرستو؛ عباس‌گودرزی، نعمت‌الله؛ کیکاوسی‌آرانی، لیلا؛ مهرابی‌فر، حمید. (۱۳۸۹). *استانداردهای اعتباربخشی بیمارستان در ایران*. مرکز نشر صدا.
- کریمیان، حیدر؛ نادری، عزت‌الله؛ عطاران، محمد؛ صالحی، کیوان. (۱۳۹۰). ارزیابی درونی رهیافت مناسب برای بهبود کیفیت نظام آموزش عالی: مطالعه موردی. *راهبردهای آموزش در علوم پزشکی*، ۴ (۲)، ۷۷-۸۳.
- Abdollahi, H., & Bazargan, A. (2013). Developing and validating a scale for measuring faculty members' educational productivity. *Journal of Educational Measurement*, 4 (11), 55-76.
- Anonymous. (2024). CGIAR is the world's largest global agricultural innovation network. <https://www.cgiar.org/>
- ACEEU. (2016). Accreditation process manual. The Accreditation Council for Entrepreneurial and Engaged Universities (ACEEU), Amsterdam, The Netherlands. Retrieved from: www.aceeu.org/
- Anonymous. (2015). ISO 9001: Quality management systems requirements. Edition 5, 29 pages. www.iso.org/standards

- Gregory, S.C. (2013). Higher education accreditation in the Philippines: a literature review. *International Journal of Scientific Research and Management*, 2(1), 63-74.
- Mirshafiei, N.S., Fathollah, M., & Ohadi, F. (2016). The Study of accreditation model using SWOT analysis and presenting a technique for model improvement by using BSC. 2nd International Conference on Management & Industrial Engineering, Istanbul, Turkey, 18 March 2016, 12 pages.
- Segismundo, M.C.D. (2017). Measuring Accreditation experience: Impact on the quality of education of selected ASAS Member-Schools in Luzon and the NCR. *International Journal of Educational Research*, 5(7), 289-300.

The Role of a Systemic Approach in Managing the Quality of Researches in Agriculture and Natural Resources

Tajeddin, B.¹ and Alipour, H.²

Agriculture and natural resources systems are dynamic and changeable and using flexible models like accreditation system is effective for evaluating its quality and performance. This can be used to aware and transparent based on what they have to develop the supervisory culture and determine their current status. Monitoring and assessment issue is a type of management processes that should be attend to ISO standards and Deming cycle model. Although these standards are more applicable for the private sectors, considering the varrious approaches in the governmental units that have multiple responsibilities from the production of seeds and seedlings to the sale of some products, understanding and implementing the correct and comprehensive quality management requirements in which creates distinctive advantages. However, the accreditation model does not deal only with setting standards, but has also analytical, advisory and improvement dimensions. The accreditation model consists of internal and external evaluation that examines and analyzes all effective aspects in the activity and performance of a research unit in partnership with people inside and outside of the unit based on the existing realities of the country. Then, it gives suggestions to reduce the weaknesses and improve the strengths of the unit to show the effectiveness of the unit for the agricultural and natural resources system of the country. Therefore, the present paper investigates the effective factors in performance analysis and describes the internal assessment using domestic and nondomestic experiences including CGIAR and ISO standards.

Keywords: CGIAR, Deming curve, ISO standard, Performance assessment.

1. Corresponding Author: Email: behjat.tajeddin@yahoo.com

2. Associate Professor Agricultural Engineering Research Institute (AERI)- Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, and Associate Professor Economic, Social and Agricultural Extension Research Group, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, respectively.

قابلیت‌های آبی‌پروری ساحلی و دریایی ایران با رویکرد اقتصاد دریامحور و محدودیت آب شیرین^۱

همایون حسین‌زاده صافی^{۳،۲}

چکیده

پرورش ماهی و استفاده از پروتئین آبیان از رویکردهای جهانی برای تأمین امنیت غذایی است که در این زمینه، بخشی به کرانه‌های ساحلی و محیط‌های دریایی اختصاص می‌یابد. بررسی آمارها و مستندهای جهانی در سال ۲۰۲۰ میلادی نشانگر نقش بی‌مانند تولید و توسعه آبی‌پروری دریایی می‌باشد؛ و از مجموع ۱۲۲/۶ میلیون تن تولید آبی‌پروری، بخش چشمگیری (۳۳/۱ میلیون تن) به آبی‌پروری در منطقه ساحلی و آب‌های دریایی اختصاص دارد. که به همراه تولید جهانی جلبک‌های دریایی به ۶۸/۱ میلیون تن می‌رسد. آبی‌پروری دریایی در ایران فرصت مناسبی در تولید انواع آبیان ایجاد می‌کند که با در نظر گرفتن شاخصه‌های توسعه پایدار مانند توجه به مبانی محیط زیست و جنبه‌های اقتصادی-اجتماعی، زمینه اشتغال مولد را نیز فراهم می‌کند. امروزه به دلیل برخی محدودیت‌های تولید و کمبود آب شیرین در استان‌های غیرساحلی، رویکرد استفاده از پیکره‌های آبی در شمال و جنوب کشور مانند دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان برای آبی‌پروری شکل گرفته و رو به گسترش است. در این باره، بهره‌گیری از پیکره‌های آبی در تولید انواع ماهی‌ها در قفس‌های دریایی و نیز بهره‌برداری از جلبک‌های دریایی برای پرورش در ساحل‌ها و همچنین تکثیر و پرورش انواع صدف‌ها و نرم‌تنان در کنار توسعه متوازن میگو در برنامه هفتم توسعه (با بهره‌گیری از سیاست‌های کلی اقتصاد دریامحور) توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: امنیت غذایی، ماهیان دریایی، توسعه آبی‌پروری، بی مهرگان دریایی.

مقدمه

وضعیت جهانی آبی‌پروری با تاکید بر توسعه دریامحور

واقعیت این است که با رشد روزافزون جامعه‌های انسانی نیاز غذایی بیش از پیش محسوس شده و در منبع غذایی آبیان سهم چشمگیری داشته‌باشند. تأمین پروتئین سفید آبیان در سال‌های گذشته، بیشتر از راه دریا و در قالب صید و صیادی بوده است. اتفاقی که در نیم قرن گذشته رخ داده است، ناپایداری صید و صیادی در سطح جهان بوده که این موضوع در کنار نیاز روز افزون جامعه به مصرف آبیان موجب توسعه آبی‌پروری شده است و امروزه به تقریب در تمامی بخش‌ها از جمله ماهی‌های آب شیرین، ماهی‌های مهاجر، ماهی‌های دریایی، سخت‌پوستان، نرم‌تنان و جلبک‌ها

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۴

۲- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: h.hosseinzadeh@areeo.ac.ir

۳- استاد موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور (عضو مدعو فرهنگستان علوم ج.ا. ایران).

آبزی پروری توسعه پیدا کرده است و این درحالی است که در صید ماهی‌های دریایی کاهش بهره برداری (ناشی از کاهش ذخایر آبزیان دریایی) مشاهده می‌شود.

آمارهای جهانی نشانگر تولید ۲۱۲ میلیون تن از انواع آبزیان در سال ۲۰۲۰ بوده که ۳۵/۱ میلیون تن مربوط به تولید جلبک‌ها، ۸۷/۵ میلیون تن مربوط به تولید جانوران آبزی و ۹۰/۳ میلیون تن مربوط به صید و صیادی است. با بررسی آمارهای ثبت شده توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)^۱ دیده می‌شود که در ۳۰ سال گذشته صید از دریاها از ۸۱ میلیون تن به ۷۸ میلیون تن (در سال ۱۴۰۱) کاهش پیدا کرده است (FAO, 2022). این در حالی است که در نقطه مقابل در بخش آبزی پروری دریایی، افزایش چشمگیری از ۹/۲ میلیون تن در سال ۱۹۹۰ به ۳۳/۱ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ مشاهده می‌شود (جدول ۱). همچنین، روند جهانی آبزی پروری نشان می‌دهد که در ۲۰ سال گذشته تولید آبزیان پرورشی در هر ۵ سال با افزایشی در حدود ۱۸ تا ۲۰ میلیون تن روبه‌رو بوده است (FAO, 2022)؛ از سویی آمار مصرف انسانی آبزیان در دنیا نیز بیانگر بهره‌مندی از ۱۵۷ میلیون تن غذای آبزیان با سرانه مصرف ۲۰/۲ کیلوگرم می‌باشد که ۱۷٪ غذای مردم جهان را تشکیل می‌دهد.

جدول ۱- وضعیت صید و آبزی پروری جهانی در ۶ سال گذشته (FAO, 2022).

تولید	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰
صید						
آب‌های داخلی	۷/۱	۹/۳	۱۱/۳	۱۲/۰	۱۲/۱	۱۱/۵
آب‌های دریایی	۸۱/۹	۸۱/۶	۷۹/۸	۸۴/۵	۸۰/۱	۷۸/۸
کل صید	۸۸/۹	۹۰/۹	۹۱/۰	۹۶/۵	۹۲/۲	۹۰/۳
آبزی پروری						
آب‌های داخلی	۱۲/۶	۲۵/۶	۴۴/۷	۵۱/۶	۵۳/۳	۵۴/۴
آب‌های دریایی	۹/۲	۱۷/۹	۲۶/۸	۳۰/۹	۳۱/۹	۳۳/۱
کل آبزی پروری	۲۱/۸	۴۳/۴	۷۱/۵	۸۲/۵	۸۵/۲	۸۷/۵
جمع تولیدهای صید و آبزی پروری	۱۱۰/۷	۱۳۴/۳	۱۶۲/۶	۱۷۸/۹	۱۷۷/۴	۱۷۷/۸

موضوع‌هایی مانند امنیت غذایی و در نظر گرفتن آبزی پروری و شیلات در سند امنیت غذایی کشور به مفهوم فراهمی، اقتصادی بودن، در دسترس بودن و سالم بودن و همچنین محدودیت آب شیرین در منطقه‌های مختلف کشور، رویکرد آبزی پروری دریایی را تقویت نموده و ابلاغ سیاست‌های کلی توسعه دریامحور، زمینه بهره‌برداری شیلاتی و آبزی پروری در آب‌های دریایی را فراهم آورده است. ایران کشوری با دسترسی دریایی می‌باشد که کرانه‌های ساحلی دارای قابلیت مناسب آبزی پروری در شمال و جنوب دارد. از سویی، دانش فنی در بخش‌های مختلف آبزی پروری مانند پرورش میگو بومی شده و در برخی از موردها مانند پرورش ماهی در قفس به طور نسبی در حال گسترش است (حسین زاده صحافی و همکاران، ۱۴۰۰). به هر حال، مصرف سرانه در ایران بسیار کمتر از مصرف سرانه جهانی می‌باشد (۱۳ کیلوگرم) و این در حالی است که در برخی از کشورهای جهان مانند استرالیا و ژاپن این عدد بیش از ۵۰ کیلوگرم در سال است. امروزه در دنیا ۹۳ کشور آبزی پروری دریایی دارند که از این راه بیش از ۶۸ میلیون تن از محصولات مختلف تولید می‌شود. موردهای بیان شده دلالت بر اولویت آبزی پروری دریایی در ایران دارد و البته در دنیا نیز رویکردهای مشابهی

وجود دارد. پژوهشگران دانشگاه بریتیش کلمبیا پس از بررسی توسعه آبی‌پروری، منطقه ساحلی کشورها را ارزیابی و قابلیت‌های بالقوه برای آبی‌پروری را مشخص کردند. بر این پایه، ۶۶ میلیون کیلومتر مربع برای پرورش آبزیان در منطقه گرمسیری و ۷/۸ میلیون کیلومتر مربع در محدوده آب‌های سرد، برای پرورش آبزیان مناسب می‌باشند. از سویی با استفاده از مدل‌های آماری و ریاضی برای پرورش ماهی‌ها ۸۳ میلیون کیلومتر مربع و برای پرورش میگو و سخت‌پوستان ۴۹ میلیون کیلومتر مربع را مناسب دانستند (Oyinlola et al., 2020).

از سویی بر پایه گزارش فائو، در ۵۰٪ از کشورهای دارای آبی‌پروری دریایی، تنها کمتر از یک تن آبزیان در هر کیلومتر از نوار ساحلی تولید می‌شود و این درحالی است که میانگین جهانی تولید آبی‌پروری دریایی برای هر کیلومتر نوار ساحلی، ۱۵ تن می‌باشد (FAO, 2022). امروزه در بخش آبی‌پروری ۸۷/۵ میلیون تن تولید انواع آبزیان (به جز جلبک‌ها) انجام می‌شود؛ که سهم میگو و سخت‌پوستان بیش از ۱۱/۲ میلیون تن، سهم نرم‌تنان ۱۷/۷ میلیون تن، سهم ماهی‌ها ۵۷/۴ میلیون تن (۸/۳ میلیون تن سهم آبی‌پروری دریایی) و سهم دیگر آبزیان ۱/۲ میلیون تن می‌باشد. سهم جلبک‌ها ۳۵/۱ میلیون تن می‌باشد که با سهم آبزیان پرورشی در مجموع به ۱۲۲/۵ میلیون تن می‌رسد. بر همین پایه، ۶۸/۱ میلیون تن از آبی‌پروری در محیط‌های دریایی و ساحلی و ۵۴/۴ میلیون تن در آب‌های داخلی (آب شیرین) اتفاق می‌افتد. در تعریف آبی‌پروری دریایی با دو بخش آبی‌پروری ساحلی (کرانه‌ای) و آب‌های مشرف به ساحل وجود دارد. در بخش اول رویکرد استفاده از نوار ساحلی مورد نظر می‌باشد (مانند پرورش میگو)، ولی در آبی‌پروری آب‌های مشرف به ساحل، تمام یا قسمتی از چرخه زندگی و دوره پرورش آبی در دریا انجام می‌شود (مانند پرورش ماهی در قفس و پرورش صدف‌ها و نرم‌تنان). در مورد ماهی‌ها، نظام‌های پرورشی هر دو بخش را در بر می‌گیرند. به عبارت دیگر در رویکرد آبی‌پروری دریایی همه و یا بخشی از دوره تکثیر و پرورش ماهی و دیگر آبزیان در ساحل و کرانه‌های ساحلی انجام می‌شود (مانند آن‌چه در کشور نروژ در پرورش ماهی در قفس‌های دریایی به خاطر تکثیر ماهی‌ها در ساحل اتفاق می‌افتد).

وضعیت تولید آبی‌پروری و سهم آبزیان پرورشی دریایی در ایران

در سال ۱۴۰۱ مجموع تولیدهای آبی‌پروری ایران به بیش از ۶۰۰ هزار تن بود. سهم تولید ماهی‌های گرمابی ۳۱۵ هزار تن، تولید ماهی‌های سردابی ۲۰۸ هزار تن، تولید میگو ۶۰ هزار تن و تولید ماهی‌های خاویاری ۴۶۰۰ تن بوده است که بخشی از آن در کرانه‌های ساحلی در شمال کشور انجام شده است. همچنین، تولید ماهی در قفس‌های دریایی ۶۷۰۰ تن گزارش شده است که با اضافه شدن ۴۱۰۰ تن (تولید ماهی در قفس‌های آب‌های شیرین) در مجموع به بیش از ۱۰۰۰۰ تن می‌رسد (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۴۰۱).

محدودیت آب شیرین و لزوم توجه به آبی‌پروری دریایی

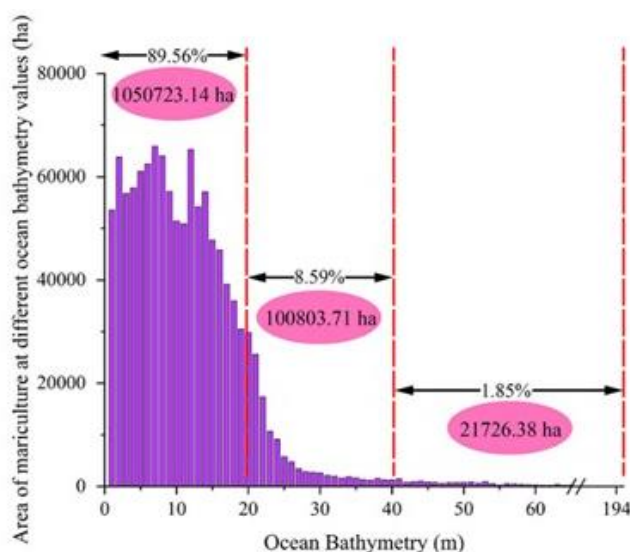
در شرایط کنونی، آبی‌پروری دریایی در کشور از دو دید قابل توجه است که یکی بر پایه فشار ناشی از محدودیت آب‌های شیرین برای توسعه آبی‌پروری در منطقه‌ها و استان‌های داخلی کشور بوده و دیگری کشش ناشی از اقتصاد دریامحور بر پایه وجود عرصه‌های مناسب در نوار ساحلی و دسترسی به آب‌های شور و لب‌شور در منطقه شمال و جنوب کشور است. با نگاهی به افق برنامه هفتم توسعه و تولید ماهی‌های گرمابی به مقدار ۴۰۰ هزار تن، آب مورد نیاز برای آبی‌پروری این نوع محصول‌ها در حدود ۱/۷ میلیارد متر مکعب تخمین زده می‌شود. این در حالی است که برای ۲۵۰ هزار تن ماهی‌های سردابی، به جریان ۷۶۸ متر مکعب در ثانیه آب نیاز است. در واکاوی شرایط موجود و تبیین وضعیت آینده بحران آب در گزارشی از مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی به وضعیت محدوده‌های مطالعاتی کشور از دید

محدودیت آب پرداخته شده که بر این اساس بسیاری از مناطق کشور در شرایط بحرانی و ممنوعه می‌باشند (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰) که البته با توجه به تمرکز بر آب‌های زیر زمینی در این مطالعه، چنانچه آب‌های سطحی نیز به آن اضافه شود شرایط بحرانی متفاوت‌تر خواهد بود.

بنابراین توسعه آبی‌پروری کشور مبتنی بر افزایش سطح در آینده امکان‌پذیر نخواهد بود. این در حالی است که در سند ملی و راهبردی تحول امنیت غذایی در سال‌های ۱۴۰۱ تا ۱۴۱۰ به موضوع بیلان منفی ۱۳۱ میلیارد متر مکعب از آب‌های داخلی، فرونشست زمین و اضافه برداشت ۵ میلیارد متر مکعب آب از منابع زیرزمینی اشاره شده است (سند ملی و راهبردی تحول امنیت غذایی، ۱۴۰۰). در گزارش وضعیت منابع و مصارف آب (سامانی، ۱۴۰۲) نیز موضوع بحران آب ناشی از کاهش بارندگی و همچنین کاهش سرانه مصرف تا افق ۱۴۰۵ با توجه به افزایش جمعیت کشور بحث شده و به محدودیت‌های بهره‌برداری اشاره شده است. بنابراین برای تأمین پروتئین سفید از راه آبی‌پروری چاره‌ای جز بهره‌گیری از دریاها و اقیانوس‌ها نیست و لزوم آبی‌پروری دریایی محسوس است (حسین زاده صفافی، ۱۴۰۰). ایران با داشتن ۵۸۰۰ کیلومتر نوار ساحلی جنوبی و شمالی، کشوری دریایی محسوب می‌شود و با توجه به بررسی‌های انجام‌شده امکان بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود در افزایش سهم تولید داخلی از راه محیط‌های دریایی و ساحلی وجود دارد (معاونت مطالعات زیر بنایی، ۱۴۰۰).

تصویر وضعیت کشورهای پیشگام در آبی‌پروری دریایی

تجربه کشورهای آسیایی در آبی‌پروری دریایی نیز نشانگر حضور گسترده و نقش و سهم این کشورها در این بخش بوده است؛ به‌طوری که کشور چین بزرگترین تولیدکننده آبزیان جهان با تولید ۷/۱ میلیون تن ماهی‌های دریایی، ۸/۱ میلیون تن سخت‌پوستان، ۱۵ میلیون تن نرم‌تنان و ۲۰ میلیون تن جلبک، بیشترین سهم را داشته است. همان‌گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است ژرفای استقرار مزرعه‌ها در کرانه‌های دریایی، مزرعه‌های مستقر در ژرفای زیر ۲۰ متر و بین ۲۰ تا ۴۰ متر و بیش از ۴۰ متر به ترتیب ۸۹/۵۶٪، ۸/۵۹٪ و ۱/۸۵٪ را به خود اختصاص می‌دهند همچنین در این کشور ۸۷/۲۵٪ قفس‌های دریایی در فاصله زیر ۱۵ متر از ساحل، ۱۰/۵۴٪ در فاصله بین ۱۵ تا ۳۰ متر از ساحل و ۲/۲۱٪ در فاصله ۳۰ متر از ساحل قرار دارند. (Liu et al., 2022).



شکل ۱- درصد پراکنش مزرعه‌های آبی‌پروری در ژرفاهای مختلف دریا در چین (Liu et al., 2022).

آبی‌پروری دریایی در ترکیه در سال‌های اخیر رونق یافته است و این در شرایطی است که بررسی ظرفیت‌های ایران و ترکیه را همزمان شرکت نروژی Reffa انجام داده است و حتی فناوری پرورش ماهی در قفس‌های دریایی ترکیه نیز برگرفته از نروژ است. در سال‌های اخیر تولید ۲۸۹ هزار تن ماهی‌های دریایی در ترکیه گزارش شده است که زیرساخت زنجیره صفر تا صد پرورش ماهی با محوریت تکثیر و پرورش ماهی میش^۱ در این کشور وجود دارد (حافظیه و همکاران ۱۳۹۹). البته، در ایران نیز نمونه‌هایی از قفس‌های احداث‌شده با فناوری نروژی در ۵ سال گذشته در شمال و جنوب کشور به تکمیل و بهره‌برداری رسیده‌اند و این در حالی است که فناوری ساخت و تامین در کنار دیگر فناوری‌های مورد نیاز (گونه‌ها و خوراک) توسط مراکزها و پژوهشکده‌های موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، دانشگاه‌های مرتبط و شرکت‌های دانش بنیان در کشور به تقریب بومی‌سازی شده و در حال پیشرفت می‌باشد. هند دومین کشور بزرگ دنیا در آبی‌پروری است. بیشتر قفس‌های دریایی کوچک با ژرفای تور ۳ تا ۵ متر نزدیک ساحل هستند و از برتری‌های پرورش ماهی‌های دریایی در قفس، کشت تلفیقی با سطح‌های مختلف غذایی^۲ است که امروزه در بسیاری از کشورهای دنیا به آن توجه شده است. جلبک‌های دریایی و نرم‌تنان به فراوانی در هند کشت دریایی میشوند و قفس‌های کوچک ساحلی مورد حمایت اتحادیه‌های صیادی می‌باشد. در یونان به پرورش نرم‌تنان و آبی‌پروری ارگانیک توجه ویژه می‌شود. پرورش ماهی میش در قفس به عنوان جایگزین سی‌باس^۳ اروپایی در این کشور انجام می‌شود (حافظیه و همکاران، ۱۳۹۹). شیلی در بین کشورهای قاره آمریکا بیشترین مقدار آبی‌پروری و سرانه مصرف آبزیان را به خود اختصاص داده است. در شیلی ماهی سالمون بیشتر در قفس‌های دریایی پرورش داده می‌شود. فناوری قفس در استرالیا از اروپا و به ویژه انگلستان وارد شده است. انواع ماهی‌های تون باله آبی^۴، سی‌باس آسیایی، قزل‌الای رنگین‌کمان، شاه‌ماهی، تیلاپیا و کپور در کشور انگلستان در قفس‌های دریایی تولید می‌شوند. نروژ بزرگترین کشور در تولید ماهی در قفس‌های دریایی است. موفقیت نروژ در صنعت پرورش ماهی در قفس نتیجه بهره‌مندی از مدیریت و فناوری برتر، نیروی انسانی متخصص و همچنین سرمایه‌گذاری‌های کلان بخش‌های دولتی و خصوصی است که در ادامه پژوهش‌های پرهزینه و طولانی مدت به‌دست آمده است. در این کشور فناوری‌های چندی در مسیر تکامل خود از دهه ۱۹۷۰ تا کنون در دستور کار بوده است و از قفس‌های چوبی و با ابعاد کوچک تا قفس‌های پلاستیکی با اندازه‌های گوناگون مشاهده می‌شود.

با وجود رعایت مبحث زیست محیطی و پیاده‌سازی قانون‌های سختگیرانه، نروژ هنوز دشواری‌های محیط زیستی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های صنعت پرورش ماهی در قفس‌های دریایی می‌داند. در این کشور ضرورت واکسیناسیون ماهی‌ها پیش از وارد کردن آن‌ها به قفس‌های دریایی از موفقیت‌های اصلی در صنعت پرورش در قفس‌های دریایی است. همچنین، تمامی الگوهای آبی‌پروری سردابی در منطقه ساحلی، کرانه‌ای و پس کرانه‌ای، آب‌های کم ژرفا و آب‌های ژرف در این کشور انجام می‌شود.

گوناگونی پرورش در محیط‌های دریایی دور از ساحل^۵، کناره‌های ساحلی^۶، در ساحل^۷ و در محیط‌های دریایی نزدیک به ساحل^۸ در کشور نروژ وجود دارد که بر پایه مرحله رشد ماهی‌ها سازمان‌دهی شده‌اند. با این وجود، سیاست نروژی‌ها بر تکثیر و پرورش آبزیان دریایی به صورت فراسرزیمینی می‌باشد و در کشورهای فیلیپین و سوئد در حال سرمایه‌گذاری هستند. این کشور الگوهای مختلف ترافیک (جانمایی) تولید را برای کنترل تراکم و توازن مزرعه‌ها در منطقه‌های ساحلی

در دستور کار دارد. در این برنامه بیش از ۱۲۰۰ مجوز پرورش ماهی در مزرعه‌های ۷۰۰ تا ۸۰۰ تنی (ترافیک زیاد) زیر پوشش قرار گرفته و تراکم مزرعه‌ها زیر ۱۰۰ درصد و پایش و کنترل ترافیک است. در نروژ برای جانمایی و استقرار قفس‌های دریایی نقشه راه تعریف شده است (Sadusky et al., 2022). بر پایه این نقشه راه، مناطق ساحلی برای آبی‌پروری به سطح‌های سبز، زرد و قرمز تقسیم شده‌اند. منطقه‌های قرمز با سیاست کاهش تولید، منطقه‌های زرد با سیاست مدیریت و منطقه‌های سبز همچنان افزایش تولید را در دستور کار دارند. گزارش دفتر اقتصادی سازمان جوی اقیانوسی ایالات متحده آمریکا^۱ نشانگر سهم کلی اقتصاد دریا از تولید ناخالص ملی در سال ۲۰۲۰ به مقدار ۶۱۰ میلیارد دلار (در مقایسه با کشاورزی به مقدار ۴۰۲ میلیارد دلار) بوده است و درآمد ناشی از آبی‌پروری ۱/۵ میلیارد دلار در سال و به ویژه درآمد آبی‌پروری دریایی ۴۵۰ میلیون دلار گزارش شده است. منطقه‌های اصلی آبی‌پروری دریایی در این کشور اقیانوس اطلس، اقیانوس آرام و خلیج مکزیک می‌باشند (NOAA, 2020).

پتانسیل‌های گونه‌ای آبی‌پروری دریایی

تنوع گونه‌ای آبیان و به ویژه ماهی‌ها در کرانه‌های جنوبی و شمالی ایران چشمگیر است و تاکنون گونه‌های زیادی از ماهیان از خلیج فارس، دریای عمان و دریاچه خزر گزارش شده‌اند که شامل ۹۰۰ گونه ماهی در خلیج فارس و دریای عمان (اسدی و دهقانی، ۱۳۷۵)، ۱۰۰ گونه ماهی زینتی در ساحل‌های مرجانی خلیج فارس (حسین زاده صحافی و کمالی، ۱۳۸۲) و بیش از ۸۰ گونه ماهی در دریاچه خزر می‌باشد (نادری جلودار و عبدلی، ۱۳۸۳).

پتانسیل‌های گونه‌ای برای پرورش در محیط‌های مختلف آبی در جنوب کشور شامل خامه ماهی^۲، ماهی کفال خاکستری^۳، ماهی هامور^۴، دلفین ماهی یا گالیت^۵ ماهی صبیتی^۶، ماهی صافی^۷، ماهی شانک^۸، ماهی باس دریایی^۹، ماهی سوکلا^{۱۰} و گونه‌های دیگر^{۱۱} می‌باشند (اسکندری، ۱۳۹۶). بررسی‌های انجام‌شده درباره امکان تکثیر و تولید مثل و مولدسازی ماهیان دریایی به ویژه با تاکید بر ماهی باس دریایی و صبیتی نشانگر پتانسیل این گونه‌ها برای توسعه پرورش ماهی در قفس‌های دریایی جنوب کشور می‌باشد (حسین زاده صحافی و همکاران، ۱۴۰۰؛ طرفی موزان زاده و همکاران، ۱۴۰۲). بر پایه گزارش مرتضایی در سال ۱۳۹۹، الویت برنامه‌ریزی برای گونه‌های آب‌های خلیج فارس و دریای عمان به ترتیب شامل گونه‌های صبیتی، سی باس دریایی، سوکلا، شانک، میش ماهی، پرستو ماهی، ماهی سرخو و خامه ماهی می‌باشد. پتانسیل‌های گونه‌ای برای پرورش در دریای خزر به ترتیب اولویت دربرگیرنده گونه‌های فیل ماهی، قزل‌آلای رنگین کمان، ماهی آزاد دریای خزر، کپور دریایی، ماهی سفید، ماهی سوف، ماهی کفال و ماش ماهی می‌باشند. با توجه به اینکه ماهی‌های سفید و سوف از گونه‌های اقتصادی در سبد صید دریای خزر هستند و بررسی‌هایی در زمینه تولید مثل و پرورش آنها انجام شده و در حال تکمیل است (حسین زاده صحافی و همکاران، ۱۳۹۰؛ امینیان فتیده و همکاران، ۱۳۸۷؛ صیاد بورانی و همکاران، ۱۳۹۷)، پس از فیل ماهی و ماهی آزاد، برای آبی‌پروری دریایی در شمال کشور مناسب‌اند. افزون بر ماهیان، تنوعی از گونه‌های بی‌مهره دریایی از قبیل: انواع میگو، خرچنگ‌ها، خیار دریایی، لابستر و صدف‌های مرواریدساز و خوراکی برای تکثیر و پرورش دریایی مناسب می‌باشند. به‌طور معمول، پرورش ماهی در قفس‌های دریایی به‌شکل‌های متفاوت از قفس‌های مربعی و مستطیلی تا انواع قفس‌های گرد و همچنین قفس‌های سطحی، ساحلی، عمقی و مغروق انجام می‌شود.

1. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	2. <i>Chanos chanos</i>	3. <i>Mugil cephalus</i>
4. <i>Epinephelus spp.</i>	5. <i>Coryphaena hippurus</i>	6. <i>Sparidentex hasta</i>
7. <i>Siganus spp.</i>	8. <i>Acanthopagrus latus</i>	9. <i>Lates calcarifer</i>
10. <i>rachycentron canadum</i>	11. <i>Seriola quin radiata</i> (Red seabream) • <i>Acanthopagrus schlegelii</i> (Black seabream) • <i>Paralichthys olivaceus</i> (Flounder) • <i>Sciaenops ocellatus</i> (Red drum) و <i>Lutjanus johnii</i> (Golden snapper)	

پرورش میگو به‌عنوان گروهی از آبزیان پرورشی کشور در ساحل‌های دریا نیز در سال ۱۴۰۱ بیش از ۶۰۰۰۰ تن (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۴۰۲) بوده است که ۱۸۰ میلیون دلار درآمد ارزی به دنبال داشته است. در برنامه توسعه شیلات (در افق ۱۴۰۷) ظرفیتی معادل ۱۶۰۰۰۰ تن برای تولید و پرورش میگو دیده شده است. از سویی، پرورش جهانی جلبک‌های دریایی از دید حجم تولید در سال ۲۰۰۰ میلادی معادل ۱۰ میلیون تن، در سال ۲۰۱۰ معادل ۲۰ میلیون تن و در سال ۲۰۲۰ به بیش از ۳۵ میلیون تن رسیده است. امروزه، پرورش جلبک‌های دریایی روی ۵ گونه مهم متمرکز شده است که مهم‌ترین آن‌ها شامل انواع ساکارینا^۱ و یوکما^۲ می‌باشند (World Bank Group, 2023). مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده به ترتیب شامل چین، اندونزی و کره جنوبی هستند (FAO, 2022). در ایران نیز تولید جلبک بیش از ۳۰۰ تن در سال گزارش شده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۴۰۱).

گروه دیگر از آبزیان پرورشی دریایی، نرم‌تنان و به ویژه صدف‌های خوراکی هستند که در سال ۲۰۲۰ بیش از ۳۴ میلیارد دلار ارزش جهانی ایجاد کرده اند (FAO, 2022). چین، هند، ویتنام، کره جنوبی، ژاپن و شیلی مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده محسوب می‌شوند. تولید انواع مروارید پرورشی به عنوان یکی دیگر از فعالیت‌های آبی‌پروری دریایی نیز در دستور کار قرار دارد (Yang et al., 2021). در ایران نیز قابلیت‌های گونه‌ای درباره صدف‌های مرواریدساز مانند انواع صدف لب سیاه^۳، صدف محار^۴ و صدف زنی^۵ وجود دارد که در کنار صدف‌های خوراکی قابل پرورش و بهره برداری اقتصادی هستند (احتشامی و حسین زاده صفایی، ۱۳۹۵).

از دیگر گروه‌های آبزیان پرورشی، خیارهای دریایی می‌باشند که پرورش آن‌ها در کشورهای اندونزی، مالزی، ویتنام، هند و استرالیا انجام می‌شود. با این وجود، امروزه در بخش سخت‌پوستان، افزون بر میگو انواع خرچنگ‌ها^۶ در کرانه‌های ساحلی پرورش داده می‌شوند. در مجموع، خرچنگ‌ها حدود ۲۰٪ از آبی‌پروری دریایی سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهند. تولید این گروه از آبزیان دریایی و آب شیرین به حدود ۱/۵ میلیون تن در سال می‌رسد (FAO, 2022). در ساحل‌های جنوبی کشور گونه‌های مهمی از خرچنگ‌ها وجود دارند که خرچنگ شناگر آبی^۷ یکی از گونه‌های اقتصادی است و از توانمندی‌های تولید مثلی زیادی در آب‌های استان هرمزگان برخوردار است (ولی‌نسب و همکاران، ۱۳۸۳). با وجود قابلیت‌های ساحلی در کرانه‌های جنوبی کشور، پرورش خرچنگ در کشور انجام نمی‌شود که می‌تواند ناشی از به کار نگرفتن فناوری‌های لازم از یک سو و عدم شناخت از بازارهای جهانی مصرف این گونه آبزیان از سوی دیگر باشد. از دیگر پتانسیل‌های آبی‌پروری در دریای خزر پرورش ماهی در محیط محصور^۸ است که به ویژه در آب‌های ساحلی استان گلستان و در منطقه خلیج گرگان روند رو به رشدی دارد. پرورش ماهی‌های خاویاری با استفاده از آب دریای خزر و در محیط کرانه‌های ساحلی از دیگر قابلیت‌های پرورش آبزیان دریایی در نوار ساحلی کشور است که در این باره بزرگترین سرمایه‌گذاری در خاورمیانه تا کنون در ساحل‌های استان مازندران صورت پذیرفته است. موضوع بازسازی ذخایر گونه‌ها در شمال و جنوب کشور از دیگر قابلیت‌های بهره‌گیری از آب‌های دریایی برای تولید و احیای ذخایر ژنتیکی است که بیشتر با تاکید بر گونه‌های رود کوچ^۹ دریای خزر انجام می‌شود و می‌تواند درباره برخی از آبزیان در خلیج فارس و دریای عمان با رعایت نکته‌های محیط زیستی و متکی بر زیستگاه‌های مصنوعی کارا باشد.

1. Saccharina	2. Eucheomatooids	3. <i>Pinctada margaritifera</i>	4. <i>Pinctada radiata</i>
5. <i>Pteria penguin</i>	6. Mitten Crab, Atlantic Blue Crab, Mud Crab, Blue Swimming Crab		
7. <i>Portunus pelagicus</i>	8. Pen Culture	9. Anadrome	

اقتصاد دریامحور در بخش آبی پروری دریایی

باوجود ظرفیت های ساحلی و دریایی در شمال و جنوب ایران، در بخش بهره برداری اقتصادی به ویژه در زمینه تکثیر و پرورش آبزیان راه طولانی در پیش است. به نظر می رسد افق های توسعه برای دستیابی به اقتصاد دانش بنیان متکی بر تولید آبزیان پرورشی در دریا روشن است که البته نیازمند استفاده از شیوه های کارآمد و فناوری های به روز و همت جدی دولت در زمینه سازی برای ورود شرکت های دانش بنیان به این عرصه می باشد. باین وجود، در گزارش مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی در سال ۱۴۰۰ درباره توسعه دریامحور و اقتصاد دریا با تأکید بر استفاده از ظرفیت های آبی شمال و جنوب کشور و توجه به مرز آبی، تنها ۱۰٪ از تولید ناخالص ملی از دریا است و این در حالی است که در کشورهای چین و ویتنام ۵۰٪ از تولید ناخالص ملی بر مبنای توسعه دریامحور بنیان گذاشته شده است (مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۰). گرچه رویکرد همگرایی و تعامل همه جانبه دستگاهی در آبی پروری دریایی وجود دارد که برخی از نمونه های آن در سازمان شیلات ایران، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان دامپزشکی کشور و دیگر دستگاه های مربوط مشاهده می شود، اما ضروری است که بر پایه برنامه ای مدون سهم و نقش هر یک از دستگاه های تاثیرگذار در کنار تشکل ها و بخش های خصوصی و نیز جوامع محلی دیده شود؛ چنانچه در سند راهبردی توسعه آموزش عالی کشور در علوم و فنون دریایی اقیانوسی مشاغل دریایی طبقه بندی و بر پایه آن ها سرفصل ها و رشته های تحصیلی متناسب با توسعه دریامحور دیده شده است. در بخش اقتصاد دریا تنوعی از فعالیت ها مانند گردشگری، برنامه های مردمی حفاظت از محیط زیست، صیادی و پرورش آبزیان، سامانه های ترابری بنادر و کشتی رانی، فرودگاه ها، بخش های گاز و نفتی، صنایع نظامی، انرژی های نوین و مانند این ها دیده می شوند. دفتر بررسی های اقتصادی سازمان جوی اقیانوسی ایالت متحده امریکا در گزارشی در سال ۲۰۲۰ پیش بینی رسیدن به ۳ تریلیون دلار در سطح جهان بر پایه اقتصاد دریامحور را مطرح کرد (Vierros, 2021). انجمن جهانی آبی پروری تأکید دارد که می تواند به شرط اجرای درست و با رعایت اصول پایداری آبی پروری، غذای جهانی را تأمین کند. همچنین، به مسئله آبی پروری دریایی در برنامه FAO با عنوان دگرگونی آبی^۱ در سال ۲۰۲۰ تأکید ویژه شده است. در این برنامه ۳ هدف دیده شده که هدف اول «تشدید پایداری آبی پروری و گسترش برای برآوردن تقاضای جهانی برای غذاهای ماهیان آبی، به ویژه در منطقه های با کمبود مواد غذایی»، هدف دوم «اطمینان از مدیریت موثر ماهیگیری به پیروی از بوم سازگان» و هدف سوم «ارتقا و توسعه زنجیره های ارزش غذایی آبزیان و کاهش تلفات و ضایعات» می باشد (FAO, 2022). توسعه آبی پروری در دریا فرصت ایجاد بوم نظام های^۲ کارآفرینی و کسب و کارهای زیادی را در قالب ظرفیت صنایع و بنگاه های خدماتی پیشین و پسین تولید مانند انواع کارخانه های عمل آوری و فراوری آبزیان، صنایع بسته بندی و کنسروسازی، سردخانه ها و کسب و کارهای مجازی را فراهم می آورد. در این رابطه بانک جهانی در سال ۲۰۱۸ در قالب اقتصاد آبی، ۲۰ میلیون دلار برای امنیت غذایی دریایی و رفع گرسنگی در اختیار کشور سیشل^۳ قرارداد (Techera, 2018). در ایالات متحده امریکا در سال ۲۰۱۸ درآمدی در حدود ۱/۵ میلیارد دلار از آبی پروری حاصل شد؛ که در بخش پرورش آبزیان دریایی که در برگیرنده صدف خوراکی اویستر ۲۱۹ میلیون دلار، برای تولید انواع صدف خوراکی کلامس ۱۲۲ میلیون دلار و برای تولید سالمون اتلانتیک ۶۶ میلیون دلار بود و این درحالی است که برای نمونه در ایالت کارولینای شمالی تا سال ۲۰۳۰ برای تولید صدف های دریایی درآمد ۳۳ میلیون دلار پیش بینی شده است (Fodrie et

(al., 2018). در ساحل‌های جنوبی ایران نیز فرصت‌های بسیار خوبی برای سرمایه‌گذاری روی انواع نرم‌تنان به ویژه صدف‌های خوراکی و مروریدساز وجود دارد و بررسی‌های انجام‌شده نشانگر وجود بیش از ۴۰۰ گونه نرم‌تن بوده که ۱۰ گونه آن از انواع اقتصادی در سطح جهانی می‌باشند (حسین زاده صحافی و همکاران، ۱۳۷۹).

از دید ارزش اقتصادی پرورش آبزیان دریایی، بر پایه آمار جهانی، تولید ۳۵/۱ میلیون تن از جلبک‌های دریایی ارزشی معادل ۱۶/۵ میلیارد دلار ایجاد کرده است و این در حالی است که ارزش اقتصادی تولید ۸/۳ میلیون تن از ماهی‌های دریایی پرورشی معادل ۳۶/۲ میلیارد دلار، ارزش اقتصادی تولید ۱۷/۷ میلیون تن از نرم‌تنان و صدف‌های پرورشی معادل ۲۹/۸ میلیارد دلار، ارزش اقتصادی تولید ۱۱/۲ میلیون تن میگو و سایر سخت‌پوستان پرورشی در محیط‌های دریایی و آب‌های داخلی معادل ۸۱/۲ میلیارد دلار و سرانجام ارزش اقتصادی تولید ۵۲۵ هزار تن از سایر بی‌مهرگان پرورشی معادل ۲/۵ میلیارد دلار تخمین زده شده است. ارزش اقتصادی برای تولید ۵۳۷ هزار تن از قورباغه و لاک‌پشت‌های دریایی پرورشی معادل ۵ میلیارد دلار می‌باشد (FAO, 2022). سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد تولید بیش از دو برابری را برای آبی‌پروری دریایی در ۲۷ سال آینده (افق ۲۰۵۰) پیش‌بینی نموده است (جدول ۲) و همچنین، تولید بیش از ۶۲ میلیون تن جانوران آبی و جلبک‌ها را برای کشورهای مختلف هدف گذاری نموده است. در این رابطه ضروری است برنامه‌های جامع کشور با رویکرد اقتصاد دریامحور و با هدف آبی‌پروری دریایی پایدار تدوین و در دستور کار قرار گیرد.

جدول ۲- پیش‌بینی آینده آبی‌پروری تا سال ۲۰۵۰ از دیدگاه سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO, 2022).

تولید			میلیون تن (وزن زنده)	
			در حد کمینه	در حد بیشینه
صید				
صید دریایی	۸۵/۴	۶۵/۸	۹۵/۵	
صید آب‌های داخلی	۱۳	۱۰/۱	۱۳/۵	
کل صید	۹۸/۳	۷۵/۸	۱۰۹	
آبی‌پروری				
آبی‌پروری آب‌های داخلی	۸۹/۹	۷۵/۶	۹۸/۴	
آبی‌پروری دریایی	۵۰/۱	۴۵/۳	۶۲	
کل آبی‌پروری	۱۴۰	۱۲۰/۸	۱۶۰/۳	
مجموع تولید آبی‌پروری و صید	۲۳۸/۳	۱۹۶/۷	۲۶۹/۳	
غذای آبزیان برای مصارف انسانی	۲۱۷/۴	۱۸۰/۵	۲۴۸/۲	
سرانه مصرف آبزیان (کیلوگرم در سال)	۲۲/۳	۱۸/۵	۲۵/۵	

نتیجه‌گیری

افزون بر چالش‌های جهانی مطرح شده مانند تغییر اقلیم و کیفیت آب و صرف نظر از برخی از نکته‌های سیاست‌گذاری دریایی و قانون‌های حمایت‌کننده از آبی‌پروری دریایی، موضوع‌هایی مانند فناوری، بازار، نیروی کار ماهر، فرهنگ و رشد جمعیت به ویژه در منطقه‌های ساحلی از موضوع‌های مهم و هم‌تراز در توسعه آبی‌پروری دریایی محسوب می‌شوند. قابلیت‌های دریایی برای بهره‌برداری بشر به ویژه در بخش زیستی و تنوع گونه‌ها در دریاها و اقیانوس‌ها (حسین زاده صحافی، ۱۳۸۰) زمینه توسعه شیلاتی و آبی‌پروری دریایی را فراهم ساخته که روز به روز در حال گسترش است (Peng, 2023). از این رو، برنامه‌ریزی اصولی مبتنی بر دستاوردهای علمی و فناوری‌های نوین برای بهره‌گیری از آب‌های دریایی و توسعه پایدار آبی‌پروری دریایی امری اجتناب‌ناپذیر است. بر این پایه، تدوین نقشه آمایش ساحلی برای آبی‌پروری

پروری در دریا و کرانه های دریایی با توجه به شاخصه های توسعه، از دید شیوه ها و الگوها، مکان ها و موقعیت های جغرافیایی و اهداف و بازار ضروری به نظر می رسد. در این ارتباط بهره گیری از مدیریت یکپارچه ساحلی به عنوان کلید توسعه پایدار آبی پروری در ساحل ها و کرانه های دریایی با توجه به تاثیر تغییر اقلیم در کشور اهمیت دارد. توانمندسازی نیروی انسانی از راه آموزش و ترویج و همچنین در نظر گرفتن مشارکت و ظرفیت جامعه های محلی، تشکلهای صنفی، اتحادیه ها و صنف های مرتبط، شرکت های دانش بنیان و شرکت های نوآفرین (و دانشگاه ها و مراکزهای پژوهشی در کنار توجه به ظرفیت های بازار (داخلی و بین المللی) و آینده پژوهشی در این زمینه از الزام های توسعه پایدار آبی پروری ساحلی محسوب می شوند. با این وجود، توجه جدی به نکته های زیست محیطی به ویژه توان بوم نظام های آبی و دیدگاه های اقتصادی و اجتماعی به عنوان شاخصه های توسعه پایدار از الزام های پیشرفت در این موضوع می باشند. همچنین، برخی از نکته ها به عنوان پیشران در برآورد هدف های توسعه آبی پروری دریایی با محوریت پرورش میگو و دیگر آبزیان در ساحل ها و ماهی در قفس های دریایی نزدیک به ساحل یا دور از ساحل مطرح بود که از آن جمله می توان به زنجیره تولید تا مصرف، حمایت، هدایت و تشویق سرمایه گذاران، تقویت فرهنگ مصرف و کشش بازار، حمایت از پژوهش های مرتبط با تنوع گونه ای آبزیان (ولی نسب و همکاران، ۱۳۸۹)، پایش بوم نظام ها و مدیریت بیماری ها، مدیریت یکپارچه منطقه های ساحلی، ثبت و پردازش اطلاعات و آمار، تخصیص اعتبارها و تسهیلات، تقویت و اصلاح نظام حکمرانی در این زمینه و استفاده از فناوری های نوین و هوشمندسازی سیستم ها و مزرعه های پرورشی آبزیان اشاره کرد. امروزه در بخش آبی پروری دریایی با تنوع گونه ها و محیط های پرورشی و نیز تنوع روش های تولید روبه رو بوده که در قالب سیستم های غیرمتراکم، نیمه متراکم، متراکم و بسیار متراکم تقسیم بندی می شوند. در هر یک از نظام های تولیدی از جمله تکثیر و پرورش آبزیان در محیط های دریایی، ورودی هایی مانند نیروی انسانی، ماشین ها، مواد و نهاده های اولیه، اعتبار و تسهیلات، و مدیریت و نظام بازار دخالت دارند که سرانجام بر پایداری، بهره وری و اقتصاد تولید تاثیر می گذارند. در این راستا موضوع ارزیابی های محیط زیستی و جانمایی ها و مکان یابی ها نیز بسیار مهم هستند. با توجه به محدودیت آب شیرین در کشور و نیاز به تولید و تامین پروتئین لزوم توجه به برنامه های میان مدت و بلند مدت در بخش آبی پروری دریایی محسوس بوده و تدوین نقشه راه برای دستیابی به هدف ها پیش بینی شده در برنامه شیلات در سند امنیت غذایی از یک سو و رسیدن به هدف های آبی پروری در برنامه هفتم توسعه کشور از سوی دیگر توصیه می شود (حسین زاده صحافی، ۱۴۰۰). همچنین، تدوین برنامه اقدام با برش های زمانی و مکانی برای برآورد هدف ها از الزام ها و نیازمند مشارکت همه دستگاه ها، فعالین و بهره برداران می باشد. تجربه چین در توسعه آبی پروری دریایی نیز نشانگر حضور فعالان و جامعه های محلی در برنامه ریزی ها و تحول از سامانه های سنتی گسترده به سامانه های پیشرفته و متراکم آبی پروری دریایی بوده است (Peng, 2023). از دیگر گزینه های بررسی شدنی در توسعه آبی پروری دریایی کشور توجه به کشت فراسرزمینی به ویژه باتمرکز بر ساحل دریایی کشورهای دارای قابلیت می باشد. در مجموع می توان درباره قابلیت های آبی پروری ساحلی و دریایی کشور به موردهای زیر اشاره داشت.

با توجه به فرصت های موجود در ساحل ها و دریا های شمال و جنوب کشور برنامه توسعه مکران (بخشی از ساحل های بلوچستان) ضرورت بهره گیری از تمامی ابزارها برای جلب و جذب سرمایه گذاران با اولویت تعاونی های زنجیره ای و در قالب مدیریت مشارکتی در بخش آبی پروری ساحلی و آبی پروری دریایی محسوس به نظر می رسد. آبی پروری دریایی

فرصت تولید هزاران تن انواع ماهی‌ها، میگو و سایر آبزیان را فراهم آورده و ضمن کارآفرینی، در امنیت غذایی کشور نقش موثر دارد. قابلیت‌های گونه‌ای و جنبه‌های مختلف بهره‌برداری از آبزیان به‌منظور تأمین نیاز غذایی، تأمین بخشی از علوفه کشور، تأمین نهاده برای کارخانه‌های خوراک آبزیان و کاربردهای گوناگون در زیست‌فناوری (معظمی، ۱۳۹۰) و همچنین در صنایع دارویی و بهداشتی می‌تواند در خلیج فارس و دریای عمان مورد توجه قرار گیرد (حسین زاده صحافی، ۱۳۹۳؛ صدریان، ۱۳۹۰). توسعه هدفمند مبتنی بر نقشه آمایش ساحلی برای آبی‌پروری کرانه‌ای و دریایی، در کنار بهره‌گیری از مدیریت یکپارچه ساحلی، کلید توسعه پایدار در این بخش محسوب می‌شود و ضروری است که با توجه به توان بوم شناختی بوم سازگان‌های آبی و بررسی‌های ارزیابی خطرپذیری و با رعایت دیگر موردها زیست محیطی، توسعه متوازن در دستور کار دستگاه‌های اجرایی مربوط قرار گیرد (حسین زاده صحافی، ۱۴۰۰). با این وجود، الزام شفافیت قانون در بخش آبی‌پروری دریایی و تنظیم‌گری در بخش‌های خصوصی و دولتی و همچنین وارداتی و توجه به بازارهای محلی، منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی تأکید می‌شود. اجرای حکمرانی خوب با تأکید بر رعایت حقوق و مشارکت بهره‌برداران و کاهش نقش سازمان‌های دولتی و استقرار نهادهای تنظیم‌گر برای تنظیم روابط درون صنعت و رفع ناسازگاری‌های قانون‌ها، مقررات و رویه‌های مختلف و مشارکت جامعه‌های محلی و همچنین ارائه توسعه الگوی مناسب تولید برای آن‌ها از الزام‌ها است. همچنین، به منظور حمایت از بهره‌برداران خرد محلی (جامعه‌های صیادی و شرکت‌های کوچک)، نیاز به حمایت زنجیره‌های ارزش و تولیدکنندگان خرد محسوس است. با این وجود، پرورش انواع صدف و جلبک در پیرامون قفس‌ها برای تعادل زیستی در قالب آبی‌پروری با سطح‌های غذایی مختلف^۱ و نیز ایجاد ارزش افزوده توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

نویسنده لازم می‌داند از استادان گرانقدر شاخه شیلات و همچنین از گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران تقدیر و تشکر نماید.

منابع

- احتشامی، فریبرز؛ حسین‌زاده صحافی، همایون. (۱۳۹۵). مروراید خلیج فارس، دانشنامه خلیج فارس، بنیاد دانشنامه‌نگاری ایران. وزارت علوم تحقیقات و فناوری.
- اسدی، مراد؛ مظاهری، مهدی؛ عبدالمنافی، نرجس السادات. (۱۴۰۰). بررسی تحلیلی شرایط موجود و تبیین وضعیت آینده بحران آب در کشور، دفتر مطالعات زیربنایی (گروه آب). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۲۷ ص.
- اسدی، هدایت؛ دهقانی، پرویز. (۱۳۷۵). اطلس ماهیان خلیج فارس و دریای عمان. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران.
- اسکندری، غلامرضا. (۱۳۹۶). نقشه راه توسعه آبی‌پروری ماهی‌های دریایی. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۹۹ ص.
- امینیان فتیده، باقر؛ حسین زاده صحافی، همایون؛ شعبانی، علی؛ یغمایی، فرهاد. (۱۳۸۷). بررسی خصوصیات تولیدمثلی ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در دریای خزر. نشریه پژوهش و سازندگی، ۲۱ (۲)، ۱۴۴-۱۵۲.

- حافظیه، محمود؛ بهمنی، محمود؛ ولی نسب، تورج؛ حسین زاده صحافی، همایون؛ شریف روحانی، مصطفی. (۱۳۹۹). مجموعه نشریات تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی. مقایسه صنعت پرورش ماهی در قفس در ایران با سایر کشورها. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت علمی و فناوری، ۵۶ ص.
- حسین زاده صحافی، همایون. (۱۳۸۰). راهنمای مصور زیست شناسی دریایی، شناسایی، جمع آوری و نگهداری. موسسه انتشارات اصلانی. تهران..
- حسین زاده صحافی، همایون. (۱۳۹۳). مروری بر قابلیت ها و کاربردهای دارویی نرمتنان و سخت پوستان خلیج فارس و دریای عمان. اولین همایش بین المللی و سومین همایش طب پیشگیری، بهداشت، امداد و درمان دریایی بر روی شناور های سطحی و زیر سطحی. بندر عباس. ۲۶-۳۰.
- حسین زاده صحافی، همایون. (۱۴۰۰). پیش بینی ظرفیت پرورش ۳۵۰ هزار تن میگو و ماهی در آب های ساحلی شمال و جنوب کشور <http://www.ifsri.ir/news/view-54829.aspx>
- حسین زاده صحافی، همایون؛ بهمنی، محمود؛ محبی درخش، پرستو؛ پور کاظمی، محمد؛ غفاری، هادی؛ سیدمرتضایی، سیدرضا؛ گلشن، مهدی؛ احمدنژاد، محدثه؛ هوشمند، حسین؛ ذبایح نجف آبادی، مجتبی. (۱۴۰۰). تاثیر عصاره تخمدان ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) حاوی پروستاگلاندین ($PGF2\alpha$) بر نوسانات هورمون تستوسترون، شاخص GSI و تحرک اسپرم در جنس نر. مجله علمی شیلات/ایران. ۳۰ (۳)، ۱۳-۱۱.
- حسین زاده صحافی، همایون؛ عبدالحی، حسین؛ طلوعی، محمد حسین؛ صیادفر، جواد. (۱۳۹۰). مقایسه تاثیر پذیری مراحل مختلف رشد بچه ماهی سفید (*Rutilus firissi*) در پاسخ دهی به مورفولین بعنوان تقویت کننده حافظه رفتار بازگشت به رودخانه. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۰ (۳)، ۱۴-۲۲.
- حسین زاده صحافی، همایون؛ دقوقی، بهنام؛ رامشی، حسین. (۱۳۷۹). اطلس نرمتنان خلیج فارس. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران.
- حسین زاده صحافی، همایون؛ کمالی، عیسی. (۱۳۸۲). ماهی های زینتی خلیج فارس. موسسه تحقیقات شیلات ایران. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران. (۱۴۰۱). دفتر مدیریت برنامه ریزی. سازمان شیلات ایران، ۶۴ ص.
- سند ملی و راهبردی تحول امنیت غذایی. (۱۴۰۰). دبیرخانه تدوین سند ملی دانش بنیان کشاورزی و غذا. نشر آموزش (مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی).
- صدریان، منصور. (۱۳۹۰). نقشه راه فرآورده های بیولوژیک. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۴۵ ص..
- صیاد بورانی، محمد؛ ولی پور، علیرضا؛ پور کاظمی، محمد؛ عفت پناه، ایرج؛ محمدی تبار، بهمن؛ گلشن، مهدی. (۱۳۹۷). پرورش ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) به روش تک گونه ای و متراکم از مرحله انگشت قدی تا مرحله ۵۰ گرمی. مجله ترویجی علوم آبرزی پروری پیشرفته، ۲ (۱) ۱۷-۱۸.
- طرفی موزان زاده، منصور؛ ذبایح نجف آبادی، مجتبی؛ هوشمند، حسین؛ آهنگرزاده، مینا؛ اصولی، عبدالرحیم؛ سقاوی، حمید؛ مهرجویان، شاپور؛ سیدمرتضایی، سیدرضا؛ حسینی ملایری، سیدجواد؛ حافظیه، محمود؛ حسین زاده صحافی، همایون. (۱۴۰۲). راهکارهای مولد سازی و تکثیر مصنوعی لارو ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) در شرایط اسارت. مجله علمی شیلات/ایران. ۳۲ (۵)، ۱۴-۱.
- مرتضایی، سید رضا. (۱۳۹۹). تدوین معیارها و ضوابط پرورش ماهی های دریایی در قفس. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۰). توسعه دریامحور و اقتصاد دریا. ضرورتی بی‌بدیل در تحقق اقتصاد پویا و مقاومتی کشور. معاونت مطالعات زیر بنایی، ۴ ص.

معظمی، نسرين. (۱۳۹۰). زیست‌شناسی و زیست‌فناوری دریا. پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری. ۲۷۶ ص.
نادری جلودار، مهدی؛ عبدلی، اصغر. (۱۳۸۳). اطلس ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران.

ولی‌نسب، تورج؛ حافظیه، محمود؛ حسین زاده صحافی، همایون. (۱۳۸۹). زیست‌شناسی آبزیان. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی. تهران.

ولی‌نسب، تورج؛ حسین زاده صحافی، همایون؛ وثوقی، عبدالرحیم؛ اسکندری بنچناری، محمود. (۱۳۸۳). تولید مثل خرچنگ شناگر آبی (*Portunus pelagicus*) در آبهای استان هرمزگان (حوضه بندر عباس). پژوهش و سازندگی،

۱۷(۳)، ۶۴-۵۲

- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture. Towards Blue Transformation*. Rome, FAO. Italy.
- Fodrie, D. J., Peterson, C., Voss, C., & Baillie, C. (2018). North Carolina strategic plan for shellfish mariculture: a vision to 2030. *Final Report to the North Carolina General Assembly*, p. 177.
- Liu, X., Wang, Z., Yang, X., Liu, Y., Bin, L., Zhang, J., Gao, K., Meng, D. & Ding, Y. (2022). Mapping China's offshore mariculture based on dense time-series optical and radar data. *International Journal of Digital Earth*, 15:1, 1326-1349
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). *Report on the U.S. Marine Economy*. Charleston, office for Coastal Management. (2020). NOAA Office for Coastal Management. USA.
- Oyinlola, M.A., Reygondeau, G., Wabnitz C.C. & Cheung, WWL. (2020). Projecting global mariculture diversity under climate change. *Global change biology*, 26 (4), 2134-2148.
- Peng, D., Mu, Y., Zhu, Y., Chu, J., & Sumaila, U. R. (2023). Insights from Chinese Mariculture Development to Support Global Blue Growth. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 31(4), 453–457.
- Sadusky, H., Brayden, C., Zydlewski, G. & Belle, S. (2022). Maine Aquaculture Roadmap. 2022-2032.
- Techera, E., (2018). Supporting blue economy agenda: fisheries, food security and climate change in the Indian Ocean. *Journal of the Indian Ocean Region*, 14(1):1-21
- Vierros, M. C., (2021). *Promotion and Strengthening of Sustainable Ocean-Based Economies*. Printed at the United Nations, New York.
- World Bank Group. (2023). *Global seaweed new and emerging markets report*. FAO, 34 p.
- Yang, H., Sturmer, L. N. & Baker, S. (2021). *Molluscan Shellfish Aquaculture and Production*, U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida. USA.

Marine and Coastal Aquaculture Potentials of Iran, Considering the Limitations of Fresh Water and Sea Oriented Economic Approach

Hosseinzadeh Sahafi, H.^{1, 2}

One of the global approaches to ensuring fish security involves aquaculture and using aquatic protein. In this context, fish production can engage to the coastlines and marine environments. International statistics in 2020 indicated the unique role of marine aquaculture production and development in the world. A significant part of aquaculture production (122.6 million tons), about 33.1 million tons belongs to coastal and mariculture. The global production of seaweed (35 million tons) should also be added to this statistic, which includes a total of 68.1 million tons. Marine aquaculture in Iran creates a good opportunity to produce a variety of aquatic products, which, taking into account the components of sustainable development, i.e. attention to the basics of the environment and economic and social aspects. Mariculture also provides the field of productive employment. Today, due to some production limitations in inland waters and lack of fresh water in non-coastal provinces, the approach of using marine waters in the north and south of the country (the Caspian Sea, the Persian Gulf, the Oman Sea) has been formed and is expanding. In this regard, using marine areas for fish production in various types sea cages, as well as the seaweed production and cultivation of all types of oysters and mollusks, along with the balanced development of shrimp production in the seventh national development plan (Including the general policies of the sea-oriented economy) is recommended.

Keywords: Food security, Marine fish, Aquaculture development, Marine invertebrates

1. Corresponding author, Email: h.hosseinzadeh@areeo.ac.ir

2. Professor of Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran (Invited member of I.R. Academy of Sciences).



یادواره زنده یاد دکتر عباس شریفی تهرانی

شادروان استاد دکتر عباس شریفی تهرانی در سال ۱۳۱۶ خورشیدی چشم به جهان گشود. ایشان درجه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی را از دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سال ۱۳۴۱، دیپلم تحصیلات عالی کشاورزی (D.E.A.) را در سال ۱۳۴۶ و دکترای در رشته گیاهپزشکی (سم شناسی) را از دانشگاه پاریس در سال ۱۳۴۹ دریافت داشت. پس از اخذ مدرک دکترای گیاهپزشکی به عنوان عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران با مرتبه استادیاری استخدام شد. ایشان در سال ۱۳۵۴ به مرتبه دانشیاری و سپس در سال ۱۳۶۴ به مرتبه استادی دانشگاه تهران ارتقا یافت. در مدت ۴۴ سال خدمت در دانشگاه تهران، افزون بر تربیت دانشجویان در دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترای که تعدادی از آنها در حال حاضر عضو هیئت علمی دانشگاه‌های کشور هستند، طرح‌های پژوهشی متعددی در زمینه مدیریت بیماری‌های گیاهی را نیز انجام داد که به دریافت تقدیرنامه‌های زیادی از جمله، پژوهشگر برجسته دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۰، چهره ماندگار علوم کشاورزی در سال ۱۳۸۲، دریافت تندیس و لوح تقدیر از ریاست جمهوری برای طرح برگزیده در هجدهمین جشنواره خوارزمی در سال ۱۳۸۳، دریافت لوح تقدیر از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه تهران به عنوان طرح کاربردی نمونه در سال ۱۳۸۵، دریافت لوح تقدیر از ریاست محترم جمهوری به عنوان استاد بازنشسته نمونه در سال ۱۳۸۹، دریافت لوح تقدیر از ریاست دانشگاه تهران به عنوان پژوهشگر پیشکسوت نمونه در سال ۱۳۸۹ و دریافت نشان درجه یک دانش از ریاست محترم جمهوری در سال ۱۳۹۰ را می‌توان نام برد. ایشان از سال ۱۳۷۰ به عضویت پیوسته فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران درآمد و سال‌ها به عنوان رئیس گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم منشاء خدمات‌های فراوانی بود. این استاد گرانقدر در زندگی پربار خود به عنوان یک مدیر لایق و عضو فعال در فرهنگستان علوم، مجری طرح‌های چندی بود که همگی به اتفاق اعضای گروه علوم کشاورزی به سرانجام رسیدند و راهکارهای بسیاری برای پیشبرد کشاورزی ایران ارائه نمودند. از آغاز کار مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی در سال ۱۳۹۵، زنده‌یاد استاد دکتر شریفی تهرانی به عنوان عضو شورای دبیران، در انتشار این مجله همکاری داشت. شوربختانه آن زنده‌یاد در سال‌های آخر عمر گرفتار بیماری ناتوان‌کننده‌ای شد، اما با وجود تشدید بیماری تا آخرین روزهای زندگی، همواره در همکاری با گروه تلاش نمود. این استاد فرهیخته در ۲۷ فروردین ۱۴۰۳ در ۸۷ سالگی رخ به نقاب خاک کشید. همکاران ایشان در فرهنگستان علوم، گروه علوم کشاورزی به ویژه اعضای شورای دبیران مجله، همواره یادشان را گرامی می‌دارند و برای ایشان از درگاه یکتا پروردگار، آمرزش الهی و آرامش روان خواستارند. راهشان پررهرو باد.

پیوست‌ها

بر اساس مصوبه شورای دبیران مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، به منظور یادآوری، اطلاع‌رسانی و ثبت فعالیت‌های گذشته گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم، شماری از بیانیه‌های همایش‌های برگزار شده، چکیده طرح‌های پایان یافته یا خلاصه سخنرانی‌های ایراد شده و مانند این‌ها، در هر شماره مجله به صورت پیوست و **بدون هیچ تغییری** آورده می‌شوند.

بیانیه همایش

کاهش تدریجی مصرف آب کشاورزی بر اساس یافته‌های جدید، اقدامی موثر در سازگاری با کمبود آب در ایران^۱

دکتر شاهرخ زند پارسا^۲

در ادامه سلسله نشست‌های علمی شاخه آبیاری گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم، جلسه سخنرانی با عنوان «کاهش تدریجی مصرف آب کشاورزی بر اساس یافته‌های جدید، اقدامی موثر در سازگاری با کمبود آب در ایران» در تاریخ ۱۴ تیر ۱۴۰۲ به صورت حضوری و همچنین در فضای مجازی اسکای روم و با حضور بیش از ۱۱۰ نفر از اعضای گروه، استادان، پژوهشگران از دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و نیز متخصصان آبیاری و مدیران آب کشور در فرهنگستان علوم برگزار شد.

در ابتدای جلسه آقای دکتر عباس شریفی تهرانی رئیس گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ضمن خوش‌آمدگویی به شرکت‌کنندگان با بیاناتی جلسه را افتتاح و سپس آقای دکتر علیرضا سپاسخواه، رئیس شاخه آبیاری فرهنگستان علوم و دبیر علمی نشست، ضمن بیان اهمیت موضوع سخنرانی، سخنران جلسه آقای دکتر شاهرخ زند پارسا عضو مدعو شاخه آبیاری فرهنگستان علوم و استاد دانشگاه شیراز را معرفی کرد. سپس سخنران، مقاله مبسوط و تحلیلی خود را ارائه کردند. ایشان، با توجه به منابع بسیار محدود آب که اساسی‌ترین دارایی طبیعی کشور محسوب می‌شود اشاره کردند، چنانچه بهره‌برداری از منابع آب هماهنگ با وضعیت اقلیمی و محیط زیستی صورت نگیرد، در حال و آینده شاهد

۱- برگرفته از نشست هم اندیشی که در تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۴ در گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران برگزار شده است.
۲- استاد دانشگاه شیراز، شیراز (عضو مدعو فرهنگستان علوم ج.ا. ایران).

آسیب‌های جبران‌ناپذیری در مسائل اجتماعی-اقتصادی کشور خواهیم بود که جبران آن متضمن هزینه‌های گزاف اجتماعی و اقتصادی و مستلزم اجرای برنامه‌های بسیار بلندمدت خواهد بود. این در حالی است که این ثروت طبیعی، طی سال‌های اخیر تا حد زیادی مورد بی‌توجهی و استفاده‌های بی‌رویه و غیر مسئولانه قرار گرفته است و عملاً منابع آب‌های زیرزمینی را به زوال نسبی سوق داده است. در حال حاضر دو نهاد وزارت جهاد کشاورزی و وزارت نیرو متولیان مدیریت عرضه و تقاضا، و حفاظت از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی کشور هستند، اما تا به حال فعالیت‌ها و برنامه‌های اجرایی به کار گرفته شده نه تنها به طور ملموس موفقیت‌آمیز نبوده است، بلکه در مواردی یاریگر زوال این منبع حیاتی مهم بوده است. فرهنگستان علوم، به عنوان نهاد علمی ملی و فرابخشی، با برگزاری هم‌اندیشی‌ها، میزگردها و رایش‌ها با مشارکت اساتید دانشگاه‌ها، خبرگان اجرایی بخش آب و همچنین صاحب‌نظران با تهیه و صدور بیانیه‌هایی، هشدارهای لازم را ارائه کرده است که محتوای جمع‌بندی این نشست‌ها و بیانیه‌ها حاکی از توصیه طراحی و اجرای برنامه‌های توسعه منابع آب بر پایه اصول علمی توسط دست‌اندرکاران حفاظت منابع آب بوده است.

در پایان سخنرانی، حاضران در سمینار به طرح سئوالات و اظهارنظرهای خود پرداخته و دغدغه‌های خود را در رابطه با مدیریت منابع آب، به‌ویژه منابع آب زیرزمینی، بیان کردند که جمع‌بندی مطالب این جلسه سخنرانی و میزگرد آن به شرح زیر است:

۱- روش هوشمند معرفی شده در این سخنرانی نشان می‌دهد که کاهش سالانه منابع آب‌های زیرزمینی از مقدار گزارش شده (۴/۷ میلیارد مترمکعب در سال) به ۱۵/۹ میلیارد مترمکعب افزایش یافته است که بسیار نگران‌کننده می‌باشد.

۲- روند کاهش هشدار دهنده منابع آب زیرزمینی ایجاب می‌کند تا برای تعادل بخشی این آب‌ها، پیش‌بینی تمهیدات اجرایی و عملی لازم در کاهش برداشت به صورت تدریجی، حجم این منابع حیاتی از ۲۷ میلیارد مترمکعب به ۳۶ میلیارد مترمکعب در سال افزایش داده شود. برای تحقق این امر، پیشنهاد می‌شود با استفاده از تجارب کشورهای دیگر در یک برنامه ۱۰ ساله، سالانه حدود ۳/۶ میلیارد مترمکعب از برداشت آب‌های زیرزمینی کاسته شود. لازم است تاکید شود که تحویل حجمی آب به آبران بر اساس قانون تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی یاری‌کننده موثری در تحقق این امر خواهد بود.

۳- برای تعیین دقیق و زمان واقعی تغییرات و روند کاهش منابع آب‌های زیرزمینی در سطح دشت‌های کشور، ضرورت دارد تا برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری لازم برای استفاده از فناوری‌های هوشمند در اندازه‌گیری و پایش فراسنجه‌های چرخه‌های آبی فراهم شود.

۴- با توجه به اینکه التزام به قانون یکی از اصول مهم حکمرانی آب در سطح ملی به شمار می‌آید، لازم است از هرنوع قانون‌گریزی در مدیریت منابع آب، به‌ویژه در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، و افزایش آلودگی آن به طور جدی جلوگیری به عمل آید.

۵- یکپارچه کردن کانون‌های تصمیم‌گیر و سیاستگذار منابع آب کشور از الزامات جدی است که در شرایط فعلی، می‌تواند با تغییر ساختار، اقتدار و ارتقاء جایگاه شورای عالی آب با حضور قوای سه‌گانه، کاربران منابع و مصارف آب، و تاکید بر مشارکت جدی ذینفعان متأثر از منابع آب عملی شود تا ضمن هماهنگی درآمد و هزینه منابع آب کشور، سیاستگذاری، اجرا و نظارت و پایش فرایندها، از موازی کاری‌ها جلوگیری شود.

- ۶- تهیه آمار هوشمند و به هنگام منابع و مصارف آب، آموزش و گفتگوی شفاف با کاربران و آب‌بران، اطلاع‌رسانی شفاف در سطوح منطقه‌ای و محلی در زمینه سیاست‌ها و برنامه‌های منابع آب، شناسایی و آموزش و توجیه ذینفعان، توجه به ارزش واقعی آب در بخش‌های مصرف، الزام به رعایت حقابه محیط زیست و بوم‌سامانه‌های آبی کشور، ارزیابی راهبردی مدیریت یکپارچه منابع آب کشور باید از الزامات برنامه باشد.
- ۷- با توجه به شرایط حاکم بر منابع آب کشور و حفظ حقوق نسل آتی و تاب‌آوری منابع آب برای تضمین امنیت غذایی و اجتماعی جامعه، ضرورت دارد تا نسبت مصارف به منابع آب تجدیدپذیر در سطحی قابل قبول تنظیم و حفظ شود.
- ۸- برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی، لازم است تا سازوکارهای مناسب برای فعال شدن ظرفیت مشارکت‌های مردمی، به عنوان یکی از ضروری‌ترین پایه‌های موثر حکمرانی آب، پیش‌بینی و اجرایی شود.
- ۹- برای اعتدالی سطح آگاهی و ارشاد کشاورزان برای رسیدن به سطح مطلوب بهره‌وری اقتصادی آب کشاورزی، تهیه و اجرای برنامه‌های ترویج و آموزش کشاورزی از اهم ضرورت‌ها است.
- ۱۰- همزمان با کاهش برداشت آب‌های زیرزمینی، سرمایه‌گذاری برای توسعه کشت‌های گلخانه‌ای و سامانه‌های آبیاری موضعی برای افزایش بهره‌وری اقتصادی آب در شرایط اقلیمی کشور مورد تاکید است.
- ۱۱- برای مقابله با مشکلات معیشتی کشاورزان بر اثر کاهش برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی، لازم است برنامه‌ریزی برای ایجاد مشاغل جایگزین در روستاها صورت گیرد.
- ۱۲- توسعه صنایع، مراکز جمعیتی و کشاورزی بر اساس وجود منابع آب کافی و آمایش سرزمین صورت پذیرد.
- ۱۳- تاکید بر کاهش ضایعات تولیدات کشاورزی که حجم قابل توجهی از منابع آبی را هدر می‌دهد توصیه می‌شود.

نقش باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی در مقابله با آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیمی در گیاهان^۱

مسعود احمدزاده^۲

جلسه سخنرانی «نقش باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی در مقابله با آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیمی در گیاهان» در تاریخ ۵ مهر ۱۴۰۲ توسط شاخه گیاهپزشکی گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم، با شرکت بیش از ۹۰ نفر استادان و پژوهشگران دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، اعضای فرهنگستان و نیز متخصصان و دست‌اندرکاران مراکز علمی کشور و برخی فعالان بخش خصوصی در فرهنگستان علوم برگزار شد.

در ابتدای جلسه آقای دکتر حسن احمدی رئیس گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ضمن خوش‌آمدگویی به شرکت‌کنندگان با بیاناتی جلسه را افتتاح کرد و سپس آقای دکتر شریفی تهرانی، از طرف دبیر علمی نشست آقای دکتر کرامت‌اله ایزدپناه، ضمن تبیین اهمیت موضوع سخنرانی‌ها، سخنران جلسه آقای دکتر مسعود احمدزاده استاد دانشگاه تهران را معرفی کرد. سپس آقای دکتر احمدزاده سخنرانی مبسوط و تحلیلی خود را ایراد کرد و تعدادی از شرکت‌کنندگان پرسش‌های خود را مطرح کردند و دیدگاه‌ها و نظرات خود را بیان نمودند که حاصل جمع‌بندی آن‌ها، این بیانیه است.

تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای را می‌توان مهم‌ترین چالش جهان در قرن بیست و یکم دانست که آثار مخرب و زیانبار آن را می‌توان به وضوح مشاهده کرد. گرمایش جهان ناشی از این تغییرات، زندگی موجودات زنده به خصوص گیاهان را به‌طور جدی تهدید می‌کند. تشدید پدیده‌های مهمی همچون شور شدن اراضی کشاورزی، تنش ناشی از خشکسالی و در برخی سال‌ها نظیر آنچه که در فروردین ۱۳۹۸ شاهد آن بودیم، سیل‌های ویرانگر و نیز آسیب ناشی از تغییرات شدید دمایی (گرما یا سرما) به عنوان تهدیدی جدی ناشی از تغییرات اقلیمی فراوری ما قرار دارد که بایستی با برنامه‌ریزی صحیح و عالمانه برای مقابله با آنها چاره‌اندیشی شود. طبق اظهارات دبیرکل سازمان ملل در آخرین کنفرانس تغییرات اقلیمی سازمان ملل که در کشور دُبی (کاپ ۲۸) برگزار شد، سال جدید میلادی به عنوان گرم‌ترین سال دنیا تاکنون اعلام شده است. آخرین گزارش سازمان ملل می‌گوید انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ میلادی فقط دو درصد کمتر از میزان سال ۲۰۱۹ میلادی خواهد شد. در این گزارش آمده است جهان در دهه کنونی شاهد اوج انتشار گازهای کربنی خواهد بود.

۱- تلاش جهانی، منطقه‌ای و ملی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای همچنان یک اقدام اساسی برای کاهش آسیب‌های ناشی از تغییرات اقلیمی است که بایستی از سوی مراجع و مقامات ارشد کشور علی‌الخصوص سازمان محیط

۱- برگرفته از نشست هم‌اندیشی که در تاریخ ۱۴۰۲/۰۷/۵ در گروه علوم کشاورزی فرهنگستان علوم ج.ا. ایران برگزار شده است.
۲- استاد دانشگاه تهران، تهران.

زیست کشور به‌طور جدی دنبال شود. کاهش و در نهایت، حذف استفاده از سوخت‌های فسیلی به خصوص مازوت که معضلی جدی در کشور بوده و در گسترش آلودگی هوا سهم عمده‌ای دارد، اقدامی ضروری می‌باشد که بایستی از سوی مقامات ارشد کشور مورد توجه جدی قرار گیرد.

۲- با توجه به نقش بسیار مهم جنگل‌ها و پوشش گیاهی کشور در کاهش گاز CO₂ و بسیاری از آلاینده‌ها، از مسئولین ارشد وزارت جهاد کشاورزی انتظار می‌رود که برای حفاظت از این ذخایر ارزشمند ملی اهتمام بیشتری داشته باشد.

۳- اصلاح رویکرد مدیریتی در بخش کشاورزی و دامداری بر پایه «کشاورزی زیستی» و زمینه‌سازی برای تحقق کشاورزی ارگانیک یک تجربه موفق جهانی در جهت توسعه کشاورزی پایدار، مدیریت آب و خاک به منظور افزایش عملکرد بهبود کیفیت و ارتقای سلامت مواد غذایی می‌باشد. انتظار می‌رود مسئولان ارشد وزارت جهاد کشاورزی و کمیسیون کشاورزی و منابع طبیعی مجلس شورای اسلامی در تدوین برنامه‌های کوتاه‌مدت و پنج‌ساله کشور، سیاست‌ها و راهبردهای اساسی را برای تحقق این امر مهم مد نظر قرار بدهند.

۴- دستاوردهای جهانی و محققان ایرانی در چند سال اخیر نشان می‌دهد که باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی که در طول تکامل طبیعی در مسیر برقراری و انتخاب یک رابطه هوشمندانه با گیاهان قرار گرفته‌اند، توانایی زیادی در مقابله با بسیاری از تنش‌های زیستی و غیر زیستی را دارند. همچنین قابلیت و توانایی این باکتری‌ها در افزایش عملکرد، کیفیت و ارتقای سلامت غذایی، آن‌ها را به عنوان یکی از بهترین گزینه‌ها در کشاورزی زیستی مطرح کرده است؛ لذا از مسئولین ذیربط به خصوص در وزارت جهاد کشاورزی انتظار می‌رود با حمایت عملی و مؤثر از محققان و فعالان بخش خصوصی، زمینه توسعه و کاربرد واقعی و عملی هرچه بیشتر این عوامل را در کشور هموار کنند.

۵- تربیت نیروی انسانی متخصص و مورد نیاز برای توسعه روش‌های زیستی در کشاورزی اقدامی زیربنایی و اساسی به‌شمار می‌رود. از مراکز علمی و دانشگاهی کشور انتظار می‌رود با جهت‌گیری صحیح، بخشی از تحقیقات خود را به این موضوع مهم اختصاص دهند. در همین راستا، تألیف کتاب باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی توسط استادان دانشگاه تهران اقدامی مهم و ارزشمند در تربیت نیروی انسانی متخصص در این زمینه می‌باشد. فرهنگستان علوم تألیف این کتاب که حاصل سی سال تحقیق هدفمند در حوزه باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی می‌باشد را قدر نهاده، مطالعه آن را به همه علاقمندان این حوزه توصیه می‌کند.

۶- صنعت دام و طیور مسئول بخشی از تولید گازهای گلخانه‌ای به خصوص گازهای متان و آمونیاک می‌باشد. از طرف دیگر بروز مشکلات اقتصادی، بحث کاهش سهم پروتئین‌های حیوانی در سبد غذایی بخشی از مردم کشور شده است، قارچ‌های خوراکی که با بهره‌گیری از باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی تولید می‌شوند، می‌توانند به عنوان یک جایگزین یا مکمل در سبد غذایی مردم مطرح باشند. این رویکرد باعث افزایش تولید پروتئین و ارزش غذایی (ویتامین دی، ... و فسفر) و دارویی این محصول شده است. از وزرات جهاد کشاورزی انتظار می‌رود زمینه تحقیق اجرایی این رویکرد را در مراکز پرورش قارچ‌های خوراکی فراهم نماید این موضوع از جهات مقابله با تغییرات اقلیمی، صادرات بخش کشاورزی و استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک گیاهی خوشبختانه در یکی از

مراکز پرورش قارچ خوراکی در کشور به سرانجام رسیده و موفق به اخذ گواهی ارگانیک از اتحادیه اروپا نیز شده است، در کشاورزی و ارتقای سلامت مردم گام بسیار مهمی تلقی می‌شود.

۷- از مجلس شورای اسلامی به عنوان بالاترین نهاد قانون گذاری کشور انتظار می رود با مشورت از صاحب نظران دانشگاهی و فعالان بخش خصوصی به خصوص انجمن علمی نظیر انجمن پروبیوتیک و غذای فراسودمند ضمن رفع موانع موجود، سیاست‌ها و قوانین مورد نیاز را مطابق اسناد بالادستی در برنامه‌های توسعه کشور بگنجانند و با نظارت صحیح بر اجرای قوانین، مانع انحراف از اجرای صحیح آنها در بخش‌های مختلف اجرایی و رفتارهای سلیقه‌ای بشوند.

۸- نقش رسانه‌ها و مطبوعات کشور در آگاهی‌بخش جامعه به ضرورت توجه بیشتر به سلامت غذا می‌تواند نیروی محرکه قوی و موثری در تشویق و ترغیب تولیدکنندگان و مسئولان اجرایی کشور به تولید غذای سالم به‌ویژه در محصولات پرمصرف کشور نظیر نان، با استفاده از روش‌های مناسب به‌خصوص استفاده از پروبیوتیک‌های گیاهی باشد.

سپاس از داوران^۱

جلد ۹ شماره های ۱ و ۲

آتشین بار، محمد	دانشگاه تهران.
ابراهیمی رستاقی، مرتضی	سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور تهران.
امام، یحیی	دانشگاه شیراز.
باقری، محمد	موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.
بدیعی، فوزان	موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
بذرافشان، جواد	دانشگاه تهران.
پالوج، مجتبی	موسسه برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.
حسن پناه، داود	مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان).
حسینی نیا، غلامحسین	دانشگاه تهران.
خانعلی، مجید	دانشگاه تهران.
خرمی، شهروز	وزارت جهاد کشاورزی.
خلیل نژاد، سید محمدرضا	دانشگاه بیرجند.
خلیلی، علی	دانشگاه تهران.
درویش صفت، علی اصغر	دانشگاه تهران.
دوراندیش، آرش	دانشگاه تهران.
رستمی کیا، یونس	سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی اردبیل.
روزی طلب، محمد حسین	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
زاغری، مجتبی	دانشگاه تهران.
زارع چاهوکی، محمد علی	دانشگاه تهران.
زند، اسکندر	موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور.
سعیدی، عباس	دانشگاه شهید بهشتی.
شریفی، محمد	دانشگاه تهران.
شفیعی زرگر، علیرضا	مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد.
شعبان علی فمی، حسین	استاد دانشگاه تهران.
شعبانی، علی	دانشگاه فسا.
قربانی، رسول	دانشگاه گرگان.
فاتحی، پرویز	دانشگاه تهران.
کامکار، بهنام	دانشگاه فردوسی مشهد.
کشتکار، حمیدرضا	دانشگاه تهران.
کدیور، مهدی	دانشگاه صنعتی اصفهان.
عطارد، پدram	دانشگاه تهران.
صالحی، رضا	دانشگاه تهران.
مجنونی هریس، ابوالفضل	دانشگاه تبریز.
محبوبی صوفیانی، نصرالله	دانشگاه صنعتی اصفهان.
محتسبی، سید سعید	دانشگاه تهران.
مطلبی، عباسعلی	واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.

۱- نام‌های اعضای شورای دبیران مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، که به عنوان داور در برخی از مقاله‌ها نقش داشته‌اند، در این فهرست نیامده است.

ادامه سپاس از داوران
جلد ۹ شماره‌های ۱ و ۲

دانشگاه تهران.	ملک‌محمدی، ایرج
دانشگاه چهارم.	مهدی، مهدی
دانشگاه شهید بهشتی.	مهدوی دامغانی، عبدالمجید
دانشگاه گرگان.	میکائیلی، علیرضا
هیئت علمی موسسه تحقیقات شیلات ایران.	ولی‌نسب، تورج
دانشگاه زنجان.	نامداری، مجید
مرکز آموزش امام خمینی (ره).	نوروزی، عباس
دانشگاه شیراز.	نصیری، سید مهدی
دانشگاه تهران.	یزدانی، سعید

CONTENTS

Results of Garlic (<i>Allium sativum</i> L.) Researches in Iran- A Review.	
Darabi, A., Rafie, M. R. & Dehghani, A.....	99
The Framework of the Water-Energy-Food Nexus Approach for the Security of Natural Resources.	
Zand-Parsa, Sh. & Sepaskhah, A.R.....	117
Challenges of Climate Change in Horticulture and Strategies to Adapt to Them.	
Khosh-Khui, M., Vahdati, K. Eshghi, S., Grigorian, V., Salehi, H., Azizi, M. & Haghighi, M....	131
Auditing and Recommending Remedial Solutions of Groundwater Management in Iran.	
Derakhshan, H., Davary, K. & Mosaedi, A.....	147
The Role of a Systemic Approach in Managing the Quality of Researches in Agriculture and Natural Resources.	
Tajeddin, B. & Alipour, H.....	163
Marine and Coastal Aquaculture Potentials of Iran, Considering the Limitations of Fresh Water and Sea Oriented Economic Approach.	
Hosseinzadeh Sahafi, H.....	177
 In Memoriam of Dr. Abbas Sharifi Tehrani.....	 191

APPENDICES

Declarations of Seminars Performed in Department of Agricultural Sciences.....	193
--	-----