



مدیریت اراضی

شاپا ۶۲۰۵-۲۳۴۵

جلد ۹ / شماره ۱ / سال ۱۴۰۰

عنوان

صفحه

- ۱..... آینده پژوهی توسعه باغ‌ویلاها در اراضی زراعی (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه).....
شهرگردی
- ۱۳..... عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی استان خوزستان.....
مرضیه موسوی و مسعود یزدان‌پناه
- ۲۵..... بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک در یک طرح یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری مازندران.....
علی چراتی، محمودرضا رمضانپور و مهرداد شهابیان
- ۴۳..... تحلیلی بر نقش مزارع خرد در امنیت غذایی و کارکردهای اجتماعی-فرهنگی و محیط زیستی آنها.....
فاطمه عسکری‌بزایه، اصغر طهماسبی، پریسا محمدپور و حمید غلامی فغبی
- ۵۷..... بررسی نظام‌های آبیاری و مدیریت اراضی باغ‌های منطقه هورامان؛ مطالعه‌ی موردی، باغ‌های نودشه.....
کوروش امینی
- ۸۷..... مروری بر وضعیت کشاورزی حفاظتی در جهان با تمرکز بر یکی از کشورهای موفق.....
رستم فتحی، محمدمبین آسودار و محمود قاسمی‌نژاد رائینی
- ۱۰۳..... اثر مدیریت تغذیه بر عملکرد گندم در مزارع کشاورزان برخی مناطق کشور.....
محمد مهدی طهرانی، لیلا رضاخانی، غلامعلی کیخا، مریم غزائیان، علیرضا جعفرنژادی، جهانبخش میرزوند و فرشید نوابی
- ۱۱۵..... بررسی کارایی استفاده از منابع آب و خاک در تناوب‌های زراعی رایج در مناطق مختلف استان اصفهان.....
امیر هوشنگ جلالی و علیرضا نیکوئی
- ۱۲۷..... ارزیابی امکان استفاده از فضولات حشرات در بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک.....
عباس ارباب
- ۱۴۱..... عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در روستای ینگچه شهرستان زنجان.....
حسام‌الدین غلامی، احسان قلی‌فر، رسول لوابی آدریانی و جواد قاسمی
- ۱۵۷..... بررسی کیفیت پساب منطقه شمال شرق اصفهان به منظور کاربری کشاورزی.....
حمیدرضا رحمانی و بهمن زمانی کبرآبادی
- ۱۶۷..... طبقه‌بندی و تحلیل روند تغییر کاربری اراضی محیط شهری با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست: مطالعه موردی در منطقه بوشهر.....
فاضل امیری و طحیه طباطبایی

نشریه علمی مدیریت اراضی
صاحب امتیاز: مؤسسه تحقیقات خاک و آب

جلد ۹ شماره (۱)

سال ۱۴۰۰

مدیر مسؤول: دکتر هادی اسدی رحمانی رئیس مؤسسه تحقیقات خاک و آب

سر دبیر: دکتر حسین بشارتی استاد مؤسسه تحقیقات خاک و آب

اعضاء هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران	دکتر حسین اسدی
استاد مؤسسه تحقیقات خاک و آب	دکتر حسین بشارتی
استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب	دکتر محمدرضا بلالی
دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس	دکتر حسینعلی بهرامی
استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان	دکتر محمدعلی حاج عباسی
دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی	دکتر محمدحسن روزی طلب
استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب	دکتر سعید سعادت
دانشیار مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)	دکتر محمدرضا شاهپسند
استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز	دکتر ناصر علی اصغرزاد
استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران	دکتر منوچهر گرجی
دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران	دکتر محمدحسین محمدی
دانشیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب	دکتر عزیز مومنی

دکتر فرهاد مشیری
مهندس فاطمه آقاجانی
دو شماره

مدیر داخلی:

صفحه آرایی:

تعداد انتشار در سال:

این نشریه در پایگاه‌های علمی زیر نمایه می‌شود:
پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی: www.sid.ir
پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC): www.isc.gov.ir
پایگاه سیویلیکا: [https://civilica.com](http://civilica.com)
پایگاه بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran): <https://www.magiran.com>

پایگاه الکترونیکی نشریه مدیریت اراضی: <http://lmj.areo.ir>

آدرس پایگاه الکترونیکی مجله: [http://lmj@areo.ir](mailto:lmj@areo.ir)

آدرس الکترونیکی مجله: jolm9297@gmail.com

آدرس: کرج - میدان استاندارد، جاده مشکین دشت، بعد از رزکان نو، بلوار امام خمینی - کد پستی ۳۱۷۷۹۹۳۵۴۵

تلفن و نمابر: ۳۶۳۲۰۱۶۰ (۰۲۶)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- آینده پژوهی توسعه باغ ویلاها در اراضی زراعی (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)..... ۱
شهرگرآوندی
- عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی استان خوزستان..... ۱۳
مرضیه موسوی و مسعود یزدان پناه
- بررسی تغییرات ویژگی های خاک در یک طرح یکپارچه سازی اراضی شالیزاری مازندران..... ۲۵
علی چراتی، محمودرضا رمضانپور و مهرداد شهبانین
- تحلیلی بر نقش مزارع خرد در امنیت غذایی و کارکردهای اجتماعی- فرهنگی و محیط زیستی آنها..... ۴۳
فاطمه عسکری بزایه، اصغر طهماسبی، پریسا محمدپور و حمید غلامی فحبی
- بررسی نظام های آبیاری و مدیریت اراضی باغ های منطقه هورامان؛ مطالعه ی موردی، باغ های نودشه..... ۵۷
کوروش امینی
- مروری بر وضعیت کشاورزی حفاظتی در جهان با تمرکز بر یکی از کشورهای موفق..... ۸۷
رستم فتحی، محمدامین آسودار و محمود قاسمی نژاد رائینی
- اثر مدیریت تغذیه بر عملکرد گندم در مزارع کشاورزان برخی مناطق کشور..... ۱۰۳
محمد مهدی طهرانی، لیلا رضاخانی، غلامعلی کیخا، مریم غزائیان، علیرضا جعفرنژادی، جهان بخش میرزاوند و فرشید نوایی
- بررسی کارایی استفاده از منابع آب و خاک در تناوب های زراعی رایج در مناطق مختلف استان اصفهان..... ۱۱۵
امیر هوشنگ جلالی و علیرضا نیکوئی
- ارزیابی امکان استفاده از فضولات حشرات در بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک..... ۱۲۷
عباس اریاب
- عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در روستای ینگجه شهرستان زنجان..... ۱۴۱
حسام الدین غلامی، احسان قلی فر، رسول لوایی آدریانی و جواد قاسمی
- بررسی کیفیت پساب منطقه شمال شرق اصفهان به منظور کاربری کشاورزی..... ۱۵۷
حمیدرضا رحمانی و بهمن زمانی کبرآبادی
- طبقه بندی و تحلیل روند تغییر کاربری اراضی محیط شهری با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست: مطالعه موردی در منطقه بوشهر.. ۱۶۷
فاضل امیری و طیبیه طباطبایی

راهنمای نگارش مقاله برای چاپ در مجله مدیریت اراضی

مقاله علمی-ترویجی، مقاله ای تخصصی است که به معرفی، ترویج و بسط آگاهی های علمی در بین جامعه علمی مربوطه پرداخته و سطح دانش را ارتقاء می بخشد و مخاطبان را با مفاهیم علمی جدید آشنا می سازد تا دانش بشری را اشاعه و نگرش عالمانه به جهان پیرامونی را تقویت نماید. مقاله علمی-ترویجی در زمینه ترویج و بسط آگاهی های علمی دارای ارزش و اعتبار ویژه خود بوده و هیچگاه به معنای مقاله علمی-پژوهشی ضعیف تلقی نمی گردد.

با توجه به اهمیت انتقال یافته های پژوهشی و گسترش رهیافت های علمی برای حل مسائل و لزوم انتشار و معرفی دیدگاه ها، نظریات و فن آوریهای نوین در مدیریت اراضی، موسسه تحقیقات خاک و آب بر آن شد تا نسبت به انتشار مجله علمی ترویجی مدیریت اراضی به عنوان اولین مجله تخصصی در حوزه ترویج علم مدیریت اراضی اهتمام ورزیده و سطح آگاهی ها و دانش موجود را در این زمینه ارتقاء بخشد. باشد تا جامعه علمی و کارشناسان حوزه کشاورزی و منابع طبیعی با مفاهیم جدید علمی در زمینه مدیریت اراضی آشنا گردند.

مقالات پژوهشی کاربردی، گردآوری، علمی مروری، ترجمه ای، تحلیلی و انتقادی در زمینه های زیر و با هدف اشاعه دانش و ارتقاء سطح آگاهی مخاطبان مشروط بر این که بر اساس مبانی علمی نگاشته شده و با نگرشی عالمانه به مسائل مدیریت اراضی پرداخته باشند در این مجله قابل پذیرش خواهند بود.

- 1- مدیریت حاصلخیزی خاک
- 2- مدیریت آب در اراضی کشاورزی
- 3- مدیریت اراضی در حوزه آبخیز
- 4- مباحث اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در مدیریت اراضی
- 5- مدیریت اراضی و محیط زیست
- 6- نقش قوانین و مقررات در مدیریت اراضی
- 7- مدیریت بهره برداری پایدار از اراضی
- 8- نقش ویژگیهای خاک در مدیریت اراضی

شرایط پذیرش مقاله:

مقاله می بایست حاوی موضوعی تازه بوده و قبلاً در هیچ یک از نشریات فارسی زبان و در مجلات لاتین با همین عنوان و محتوا منتشر نشده باشد و یا همزمان برای مجله دیگر فرستاده نشده باشد. مقالاتی که خلاصه آنها در مجامع علمی داخلی و خارجی ارائه و چاپ شده باشد با افزودن مطالب جدید و تبدیل به مقاله کامل قابل بررسی خواهند بود. دفتر مجله در ویراستاری، چاپ و یا عدم چاپ مقالات آزاد است. مسئولیت صحت مطالب بر عهده نگارنده/گان می باشد. مقاله باید به زبان فارسی روان و عاری از غلط های نگارشی باشد. از آوردن واژه های بیگانه که معادل فارسی دارند جدا پرهیز گردد. گواهی پذیرش مقاله فقط پس از اتمام مراحل ویراستاری، تایید داور نهایی و تصویب هیات تحریریه صادر و مراتب با درج شماره جلد به اطلاع نگارنده/گان خواهد رسید. مقالات ارسالی به دفتر مجله پس از طی مراحل داوری مسترد نمی شود.

نامه درخواست و تعهد نامه:

ارسال نامه درخواست بررسی مقاله خطاب به سردبیر مجله با امضای نویسنده مسئول مقاله ضروری است. در فرم تعهدنامه، لازم است نویسندگان نسبت به امضای آن اقدام نمایند. فرم تعهد نامه از وبگاه مجله (<http://lmj.areo.ir>) قابل دریافت می باشد. تصویر الکترونیک نامه درخواست و فرم تعهد نامه تکمیل شده در قسمت پرونده مقاله در صفحه شخصی نویسنده مسئول (ارسال کننده مقاله) قابل بارگزاری می باشد.

برگ شناسه:

برگ شناسه مقاله در یک صفحه مجزا به دو زبان فارسی و انگلیسی شامل عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی نگارنده/گان، موقعیت شغلی نگارنده/گان، نام دانشگاه یا مؤسسه پژوهشی که نگارنده/گان در آن اشتغال دارند، نشانی کامل نگارنده/گان، پست الکترونیکی همه نویسندگان و نام و مشخصات نگارنده مسئول می باشد. برگ شناسه مقاله در قسمت پرونده مقاله در صفحه شخصی نویسنده مسئول (ارسال کننده مقاله) قابل بارگزاری می باشد.

نحوه ارسال مقاله

پیشنهاد چاپ مقالات در این مجله به صورت الکترونیکی بوده و در وبگاه مجله به آدرس <http://lmj.areo.ir> اطلاعات لازم آمده است. برای ارسال مقاله به صورت الکترونیکی، مراحل زیر لازم است:

1. پر کردن فرم ثبت نام و ورود به وبگاه با نام کاربری اختصاصی
2. ورود به صفحه شخصی (در بالای صفحه)
3. پر کردن فرم ارسال مقاله و اطلاعات و مشخصات مربوط
4. بررسی مقاله در صفحه شخصی و افزودن ضمائم و اطلاعات مرتبط
5. تأیید نهایی مقاله برای آغاز بررسی آن

راهنمای تهیه مقالات:

- 1- مقاله حداکثر در 15 صفحه A4 با فاصله خطوط 1/5 و حاشیه های 3 سانتی متر از هر طرف و به صورت تک ستونی در نرم افزار Word2007 تایپ شود.
- 2- نوع قلم فارسی و انگلیسی و اندازه آنها مطابق جدول (1) استفاده شود.

جدول 1- نوع قلم و اندازه

موقعیت استفاده	نام قلم	اندازه قلم
عنوان مقاله	B Nazanin پررنگ	14
متن مقاله	B Nazanin	12
عناوین بخش های مقاله	B Nazanin پررنگ	12
نام مولفان	B Nazanin پررنگ	12
کلمات کلیدی	B Nazanin پررنگ	12
عناوین جدول ها و شکل ها	B Nazanin پررنگ	11
متن جدول ها و شکل ها	B Nazanin پررنگ	11
منابع	B Nazanin پررنگ	11
متن انگلیسی	Times New Roman	یک واحد کمتر از اندازه فارسی در هر موقعیت

- 1- موازین ادبیات فاسی در نگارش مقاله رعایت شده باشد.
- 2- شروع هر پاراگراف با یک دکمه Tab همراه باشد.
- 3- آخرین خط هر پاراگراف با تیتیر بعدی، یک خط فاصله داشته باشد.
- 4- نقطه و کاما بلافاصله پس از کلمه قرار گرفته و آنگاه با یک فاصله، کلمه بعدی را شروع شود.
- 5- مقالات باید شامل عنوان، چکیده فارسی و انگلیسی (حداکثر تا 300 کلمه)، واژه های کلیدی، مقدمه، مواد و روش ها، نتایج و بحث، نتیجه گیری، پیشنهادها، تشکر و قدردانی (در صورت نیاز) و فهرست منابع باشد. در نگارش مقالات

گردآوری، مروری، تحلیلی و انتقادی بر اساس شرایط مقاله قسمت های مواد و روش ها و همچنین نتایج و بحث می تواند حذف گردد. در این شرایط نگارش سایر قسمت های مقاله الزامی است.

عنوان مقاله

عنوان مقاله باید روان، گویا، مختصر، مفید و جذاب بوده و در برگیرنده محتوای موضوع پژوهش انجام شده باشد. عنوان مقاله نباید بیش از 20 کلمه باشد. در زیر عنوان نام و نام خانوادگی نویسندگان، مرتبه علمی و یا تحصیلات و وابستگی سازمانی، پست الکترونیک نویسندگان درج گردد.

چکیده

چکیده بایستی شامل حداکثر 300 کلمه بوده و بیانگر زمینه و هدف پژوهش، روش بررسی، یافته ها، نتیجه گیری و ترجیحاً در یک پارگراف باشد. چکیده انگلیسی باید ترجمه کامل چکیده فارسی باشد

واژه های کلیدی

واژه های کلیدی بایستی 3-6 کلمه باشد. واژه های کلیدی چکیده انگلیسی نیز بایستی ترجمه دقیق واژه های چکیده فارسی باشد. در انتخاب واژه های کلیدی از تکرار واژه هایی که در عنوان مقاله آمده است خودداری فرمایید. واژه های کلیدی خیلی عمومی نباشد.

مقدمه

مقدمه باید دربرگیرنده اهمیت پژوهش انجام شده باشد و به بیان مساله با مروری بر مطالعات و مشاهدات مرتبط با پژوهش که در گذشته انجام شده بپردازد و به منابع معتبری که در انتهای مقاله ذکر شده، استناد کند. در ادامه مطالب، وجه تمایز پژوهش حاضر نسبت به مطالعات قبلی و لزوم و وجوب آن و در انتهای مقدمه هدف اصلی پژوهش نگاشته شود. مقالاتی که موضوع آن تکراری بوده و در گذشته به کرات در داخل و خارج از ایران در مورد آن مطالعاتی انجام شده، در صورتی که وجه تمایز قانع کننده ای نداشته باشد چاپ نخواهد شد.

مواد و روشها

در این قسمت باید شرح مواد و روشهای مورد استفاده در پژوهش، جامعه آماری، روشهای نمونه گیری، اندازه گیریهای آزمایشی و نحوه تجزیه و تحلیل آماری آورده شود. در صورتی که از روشهای متداول یا قبلاً منتشر شده استفاده شده باشد، از شرح جزئیات خودداری و فقط به ارائه اصول و ذکر مأخذ اکتفا شود. در نگارش مقالات گردآوری، مروری، تحلیلی و انتقادی بر اساس شرایط مقاله این قسمت می تواند حذف گردد.

نتایج و بحث

در این بخش، نتایج بدست آمده از پژوهش به صورت نوشتار همراه شکل و جدول بیان گردد. از بکار بردن عنوان هایی مانند نمودار، عکس و نقشه خودداری و کلیه آنها با عنوان "شکل" درج شوند. نتایج ارائه شده در جدول ها یا شکل ها نباید به صورت دیگری مانند منحنی و یا متن نوشتاری در مقاله تکرار گردد. هر جدول از شماره، عنوان، سرستون ها و متن جدول تشکیل می شود. یک جدول باید با خطی افقی از شماره و عنوان جدول متمایز شود. همچنین سر جدول با یک خط افقی از متن جدول جدا و در زیر متن جدول نیز یک خط افقی رسم شود. عنوان جدول در بالای آن درج و پس از کلمه جدول و شماره آن، خط تیره و سپس عنوان ذکر شود. در متن جدول تا جایی که ممکن است نباید از خطوط افقی و عمودی استفاده کرد. هر ستون جدول باید دارای عنوان و واحد مربوط به کمیت آن ستون باشد. اگر همه ارقام جدول دارای یک واحد مشترک باشند، آن واحد در عنوان اصلی جدول ذکر شود. توضیحات اضافی عنوان و متن جدول به صورت زیرنویس ارائه شوند.

در نمودارها از نشانه های Δ $\square$ $\bullet$ $\blacktriangle$ به صورت توپر و توخالی استفاده شود. برای درج عنوان هر شکل، پس از کلمه شکل و شماره آن، نقطه و سپس عنوان ذکر شود. فایل Excel مربوط به نمودارها ارسال شود. اختصارات موجود در شکل ها و جدول ها باید در زیرنویس توضیح داده شوند. تمام اعداد متن و توضیحات جدول ها و شکل ها باید به زبان فارسی ارائه گردد. از ارسال نمودارهای رنگی جداً اجتناب نموده و از رنگهای سفید، سیاه و هاشورهای کاملاً متفاوت استفاده شود. اندازه فونت توضیحات محورهای نمودارها و اعداد به اندازه کافی بزرگ باشد تا در صورت کوچک کردن نیز خوانا باشند. جدول ها و نمودارها حتی المقدور در متن مقاله جاسازی شوند. در صورت لزوم می توان از تصاویر و یا عکس های مناسب و گویا در مقاله

استفاده نمود. محل ارائه تصاویر در متن مقاله مشخص شده باشد. فایل الکترونیک تصاویر در قسمت پرونده مقاله در صفحه شخصی نویسنده مسئول و یا ارسال کننده مقاله در وبگاه مجله بارگزاری گردد.

در این بخش یافته‌های جدید و مهم باید با یافته‌های موجود در منابع مقایسه شود و دلایل قبول و رد آنها مورد بحث قرار گیرد، از تکرار یافته‌ها خودداری شود. یافته‌های جدید و یافته‌های پیش بینی شده مقایسه شود. در نگارش مقالات گردآوری، مروری، تحلیلی و انتقادی بر اساس شرایط مقاله بخش نتایج و بحث می‌تواند حذف شده و مطالب در قالب عناوینی متناسب با موضوع مقاله ارائه گردد. لازم است عناوین مناسب و جذابی برای این قسمت‌ها انتخاب شده و در مورد آنها به صورتی کاملاً مستند مطلب نوشته شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این قسمت باید موارد کاربردهای عملی و تئوری نتایج حاصل از پژوهش و نتیجه کلی پژوهش بیان گردد. این بخش منعکس کننده نظر و برداشت کلی نگارنده/گان نسبت به محتوا و مطالب مقاله می‌باشد. نکته بسیار مهم این است که خواننده دریابد که در این مقاله یک مطلب یا موضوعی بدیع و نو عرضه شده است. در این بخش ارائه یک پیام بطور روشن حائز اهمیت می‌باشد. راهکارها و فرضیه‌های جدید نیز پیشنهاد گردد. پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده در این بخش ارائه شود.

تشکر و قدردانی

در این بخش نگارنده/گان می‌توانند از اشخاص، سازمانها و افراد ذیربطی که در اجرای پژوهش همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند. این قسمت باید کوتاه و در حدود 50 کلمه باشد.

فهرست منابع

شیوه ارجاع در تمام متن مقاله بایستی به صورتی باشد که منبع مورد ارجاع در پایان جمله در داخل پرانتز به فارسی برای منابع انگلیسی و فارسی ارائه شود. برای منابع دارای دو نویسنده، نام هر دو نویسنده و منابعی که بیش از دو نویسنده دارند، نخست نام نفر اول و سپس "همکاران" و تاریخ بیان شود. مثال:

..... نتایج مشابهی توسط برخی پژوهشگران نیز گزارش شده است (کریمی و احمدی، 1389)
..... نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (آلوی و همکاران، 2010)

فهرست منابع مورد استفاده در پایان متن به صورت پیوسته و به ترتیب منابع فارسی و انگلیسی ارائه شوند. منابع مورد استفاده به ترتیب حروف الفبای نام خانوادگی نگارنده، (یا اولین نگارنده برای منابعی که بیش از یک نگارنده دارند) زیر هم آورده شوند. چنانچه از یک نگارنده چندین منبع ذکر شود، ترتیب درج آن‌ها بر حسب سال انتشار، از جدید به قدیم است. اگر از نگارنده‌ای چندین منبع همسال وجود داشته باشد، با گذاشتن حروف a، b و c پس از سال انتشار منابع از یکدیگر متمایز شوند. چنانچه مقالات منفرد و مشترک از یک نگارنده ارائه شود، نخست مقالات منفرد و سپس مقاله‌های مشترک به ترتیب حروف الفبای نام نگارندگان بعدی مرتب شوند.

برای یک مقاله به ترتیب نام خانوادگی نگارنده، حرف اول اسم کوچک نگارنده، تاریخ انتشار، عنوان مقاله عنوان کامل مجله، شماره جلد، و اولین و آخرین صفحه مقاله ارائه شود. برای یک کتاب به ترتیب نام خانوادگی و سپس حرف اول نام کوچک نگارنده، تاریخ انتشار، عنوان کامل کتاب، شماره جلد، نام ناشر، محل انتشار و تعداد کل صفحات ارائه شود. در مورد مقاله یا کتاب‌هایی که بیش از یک نویسنده دارند به ترتیب نام خانوادگی و حرف اول نام اولین نویسنده و سپس اول نام نویسندگان بعدی و پس از آن نام خانوادگی آن‌ها ذکر شود.

در مورد مرجعی که نویسنده آن مشخص نیست به جای نام نگارنده از "Anonymous" برای منابع انگلیسی و (بی نام) برای منابع فارسی استفاده شود.

چنانچه منبع ترجمه شده باشد، در فهرست منابع باید نخست نام نویسنده (گان) کتاب اصلی، عنوان مشخصات آن (به زبان انگلیسی) و سپس نام مترجم (مترجمان) ذکر شود.

مثال‌های برای تنظیم منابع

مقاله از مجله

Brennan, E.W., and W.L. Lindsay. 1998. Reduction and oxidation effect on the solubility and transformation of iron oxides. Soil Sci. Soc. Am. J. 62:930-937.

مقاله از کارگاه آموزشی یا علمی

Hanbury, A. 2002. The taming of the hue, saturation and brightness colour Space, 7th Computer Vision Winter Workshop, February 2002, Bad Aussee, Austria.

مطلب از کتاب

Lindsay, W.L. 1979. Chemical equilibrium in soils. John Wiley & Sons, New York.

مطلب نقل شده یک نویسنده در یک مجموعه مقالات

Logsdon, S.D., and D.A. Laird. 2003. Ranges of bound water properties associated with a smectite clay. p. 101-108. In Electromagnetic Wave Interaction with Water and Moist Substance. Proc. of Conf., Rotorua, New Zealand. 23-26 Mar. 2003. Industrial Research, Auckland, New Zealand.

ذکر مطلب از نویسنده ای در یک کتاب که نام ویراستاران روی جلد آن است

Olsen, S.R., and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403-427. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

ذکر مطلب از اینترنت

Soil Survey Staff. 2004. NRCS soils [Online]. Available at <http://soils.usda.gov> [verified 23 Mar. 2005]. USDA-NRCS, Washington, DC.

منابع مورد استفاده در متن بدین صورت نگاشته شوند:

بای بوردی و همکاران (1382) گزارش کردند...

اسمیت (2002) گزارش کرد ...

اسمیت و جونز (2002) گزارش کردند...

اسمیت و همکاران (2002) گزارش کردند...

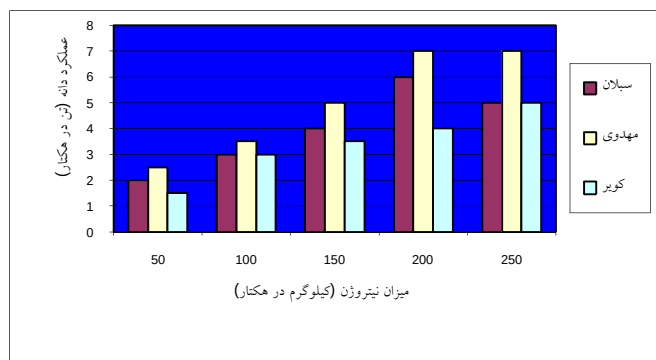
جدول نامناسب

عمق (cm)	pH	EC (dS.m-1)	TNV (%)	OC (%)	(Mg.kg-1)			بافت
					Pavail	Kavai l.	Mg exc h	
0-30	8/2	7/6	28	0/62	3/6	290	300	لومی رسی
30-60	8/2	7/2	30	0/50	0/6	295	305	لومی رسی
60-90	7/8	9/5	33	0/21	0/5	332	286	لومی شنی

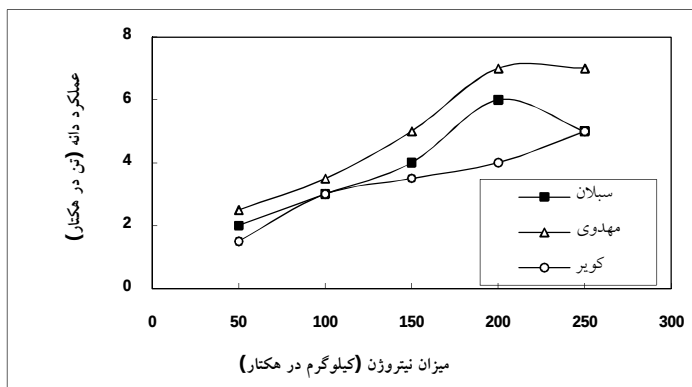
جدول مناسب

عمق (cm)	pH	EC (dS.m-1)	TNV (%)	OC (%)	(mg.kg-1)			بافت
					Pav	Kav	Mg _x	
0-30	8/3	7/6	28	0/62	3/6	290	300	لومی رسی
30-60	8/2	7/2	30	0/50	/60	295	305	لومی رسی
60-90	7/8	9/5	33	0/21	/50	232	286	لومی شنی

شکل نامناسب



شکل مناسب



دکتر یحیی امام.....	۱ دآوری
دکتر علیرضا توکلی.....	۲ دآوری
دکتر نورایر تومانیان.....	۱ دآوری
دکتر علیرضا جعفر نژادی.....	۱ دآوری
دکتر محمد جمشیدی.....	۱ دآوری
دکتر محمدعلی حاج عباسی.....	۳ دآوری
دکتر ناصر دوات گر.....	۳ دآوری
دکتر حامد رضایی.....	۱ دآوری
دکتر محسن رفعتی.....	۲ دآوری
دکتر محمدحسن روزی طلب.....	۱ دآوری
دکتر علی زین الدینی.....	۲ دآوری
دکتر محمدحسین سدری.....	۱ دآوری
دکتر فریدون سرمیدیان.....	۴ دآوری
دکتر عباس شهدی کومله.....	۱ دآوری
دکتر حسن علیپور.....	۲ دآوری
دکتر سید علی غفاری نژاد.....	۱ دآوری
دکتر محمد فیضی.....	۱ دآوری
دکتر منوچهر گرجی.....	۲ دآوری
دکتر خدابخش گودرزوند چگینی.....	۱ دآوری
دکتر عبدالمجید لیاقت.....	۱ دآوری
دکتر بابک متشرع زاده.....	۲ دآوری
دکتر عزیز مجیدی.....	۵ دآوری
دکتر فرهاد مشیری.....	۲ دآوری
دکتر نوذر منفرد.....	۱ دآوری
دکتر نصرت اله نجفی.....	۱ دآوری
دکتر میرناصر نویدی.....	۲ دآوری
دکتر بهمن یارقلی.....	۱ دآوری

فرم تعهد نامه

نشریه مدیریت اراضی

اینجانب نویسنده مسئول مقاله زیر:

موارد زیر را به آگاهی می رسانم:

۱. کلیه تهیه کنندگان مقاله از ارسال آن به دفتر مجله شما آگاهند
۲. مقاله قبلاً در هیچ مجله داخلی و خارجی منتشر نشده است
۳. مقاله تا زمان پایان بررسی در آن مجله به مجله دیگری ارسال نخواهد شد.
۴. هیچگونه تغییری در تعداد نویسندگان یا ترتیب ذکر اسامی انجام نخواهد شد.
۵. نامه پذیرش براساس ترتیب و تعداد نویسندگان در فرم تعهدنامه صادر میگردد.

نام نام خانوادگی نویسنده اول:

امضاء نویسنده اول مقاله

نام نام خانوادگی نویسنده دوم:

امضاء نویسنده دوم مقاله

نام نام خانوادگی نویسنده سوم:

امضاء نویسنده سوم مقاله

نام نام خانوادگی نویسنده چهارم:

امضاء نویسنده چهارم مقاله

آینده پژوهی توسعه باغ‌ویلاها در اراضی زراعی (مطالعه موردی: شهرستان کرمانشاه)

شهپر گراوندی^۱

استادیار و عضو هیات علمی گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه. sh.geravandi1@gmail.com

دریافت: تیر ۱۳۹۹ و پذیرش: آبان ۱۳۹۹

چکیده

باغ‌ویلاها یا خانه‌های دوم روستایی نوع جدیدی از زندگی شهرنشینی محسوب می‌شوند که با سرعت زیاد در مناطق روستایی نزدیک به شهرها (که از آب و هوای مناسبی برخوردارند) در حال رشد و گسترش می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که درصد زیادی از این واحدها فاقد مجوز ساخت و ساز مجاز می‌باشند. از این‌رو توسعه آن‌ها می‌تواند پیامدهای نامناسبی را برای مناطق هدف داشته باشد. در سال‌های اخیر این پدیده در کل کشور به‌ویژه استان کرمانشاه روند رو به رشدی داشته است. این مسأله عواقب جبران ناپذیری برای فضای زیست‌محیطی مناطق روستایی، به‌ویژه از بعد اقتصادی داشته است. بر این اساس، در مطالعه حاضر سعی بر آن شد به آینده‌پژوهی ساخت و سازهای غیرمجاز در اراضی زراعی شهرستان کرمانشاه پرداخته شود. برای این منظور از روش دلفی فازی در سه مرحله بهره گرفته شد. مشارکت کنندگان در پژوهش، ۲۰ نفر از متخصصان حفظ کاربری اراضی استان کرمانشاه بودند که به‌صورت ملاک محور انتخاب شدند. در این تحقیق، به‌منظور تبدیل پاسخ‌ها به اعداد قطعی کمی، از روش آماری منطق فازی استفاده شد. یافته‌های تحقیق نشان داد، آلودگی‌های زیست‌محیطی جهت دفع فاضلاب و رهاسازی زباله در اراضی کشاورزی، خارج شدن اراضی زراعی از گردونه زراعی و باغی، افزایش قیمت اراضی کشاورزی و افزایش بیکاری در مناطق روستایی از پیامدهای شناسایی شده‌ای هستند که از احتمال وقوع بالایی در آینده برخوردارند. در پایان نیز پیشنهادهای کاربردی از قبیل؛ وضع قانون‌های بازدارنده و تنبیهی برای فروشنده و خریدار، اجرای برنامه‌های مشارکتی و توانمندسازی روستاییان در جهت حفظ اراضی زراعی و ... برای کاهش پیامدهای محتمل شناسایی شده به برنامه ریزان و مسئولان مربوطه ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری اراضی، پیامدها، مزارع سرگرمی، خانه‌های دوم روستایی، دلفی فازی

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.

مقدمه

باغ‌ویلاها یا مزارع سرگرمی^۱ پدیده جدید و رو به رشدی می‌باشد که تحقیقات اندکی در خصوص آن‌ها انجام شده است. این مزارع با سرعت بالایی در نزدیکی شهرها رو به گسترش می‌باشند (استوبی و همکاران^۲، ۲۰۰۸). این مزارع شکل جدید از زندگی شهرنشینی محسوب می‌شوند و با اصطلاح باغ‌ویلا یا سکونتگاه‌های شهری^۳ نیز شناخته می‌شوند. در این نوع مزارع مالک در شهر صاحب درآمد می‌باشد (پریم داهل^۴، ۲۰۱۴). از این‌رو مالک این نوع مزارع به مزرعه خود بیش‌تر به‌عنوان مکانی برای زندگی و تفریح نگاه می‌کند تا محلی برای تولید (پریم داهل و کریستنسن^۵، ۲۰۱۱). بر اساس بررسی‌ها، بسیاری از مالکان این نوع مزارع سابقه کشاورزی ندارند و تازه اقدام به کار کشاورزی نموده‌اند و بعید به نظر می‌رسد که بخواهند فعالیت‌های تولیدی خود را در زمینه زراعی و دامی توسعه دهند (دنیلز^۶، ۱۹۸۶). از آنجایی‌که اطلاعات آماری دقیقی درخصوص این مزارع در دسترس نیست لذا نمی‌توان در مورد اقتصادی بودن آن‌ها قضاوت نمود (گنایی-اسکات و همکاران^۷، ۲۰۲۰). اگرچه برخی از محققان همچون نوریس و وستون^۸ (۲۰۰۹) معتقدند که میزان اثرگذاری اجتماعی اقتصادی باغ‌ویلاها تا حد زیادی تحت تاثیر تعداد این مزارع، نوع بناهای آن، بازار مسکن و اقتصاد محلی دارد، اما به‌طور کلی نتایج اینوود^۹ (۲۰۰۸) نمایانگر آن است که مالکان باغ‌ویلاها نسبت به مالکان مزارع دیگر تمایل کمتری بر نظارت زمین و خاک دارند. از این‌رو، این اندیشه شکل می‌گیرد که آیا توسعه این مزارع می‌تواند منجر به توسعه روستایی و کشاورزی در مناطق مربوطه شود؟ آیا با رشد این مزارع و ساخت و سازهای غیرمجاز و تغییر کاربری

ناشی از آن می‌توان امید به آینده بهتر در بخش کشاورزی داشت یا خیر؟

بر اساس بررسی‌ها، بسیاری از این باغ‌ویلاها ماحصل تغییر کاربری‌های غیرمجاز می‌باشند. این در حالی است که کاربری اراضی در کشورهایی نظیر ایران که منابع خاک محدود است، باید همانند مصرف آب با اندیشه و همراه با برنامه‌ریزی و کاملاً بهینه باشد (اعتماد، ۱۳۸۷) در سال‌های اخیر با بروز این پدیده، سالیانه مساحت قابل توجهی از اراضی کشاورزی از چرخه تولید خارج می‌شود (مقدم، ۱۳۹۳ و براتی و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج محققان مختلف (توکلی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵؛ دورودیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ و صادقلو و همکاران، ۱۳۹۷) نشان می‌دهد این تغییر کاربری اراضی می‌تواند منجر به پیامدهای ناگواری همچون؛ آشتگی‌های بی‌رویه سیمای روستا، کمبود فضاهای عمومی و خدماتی، مهاجرت و تغییرات کشاورزی و بحران زیست‌محیطی شود. توجه به این مساله در استان‌های حاصلخیز کشور به دلایلی همچون: امنیت غذایی و بیکاری از اهمیتی مضاعف برخوردار می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهند استان کرمانشاه به دلیل تولید محصولات راهبردی، خاک حاصلخیز، موقعیت مرزی، حجم بالای بهره‌برداران زراعی و باغی و ... همواره در کانون توجه مدیران و برنامه‌ریزان کشوری قرار داشته است. متأسفانه در دهه‌های گذشته استان حاصلخیز کرمانشاه به‌طور قابل توجهی با پدیده تغییر کاربری اراضی روبرو بوده است. نتایج مطالعات ملکی و سعیدی رضوی^{۱۰} (۲۰۱۳) نشان می‌دهد مساحت شهری در استان کرمانشاه سالانه با نرخ ۱۰۹/۶ هکتار افزایش می‌یابد که این مساله کاهش قابل توجهی در استفاده از اراضی زراعی و مرتعی را به دنبال دارد. بر اساس مستندات، روند تغییر کاربری در اراضی زراعی-باغی شهرستان کرمانشاه طی سال‌های اخیر به‌ویژه از سال ۱۳۹۰ آغاز شده است و تا به امروز روند تصاعدی داشته است. بر اساس اطلاعات میدانی جمع‌آوری شده از

1 - Hobby farm

2 - Stobbe et al

3 - Counter-urbanisation

4 - Primdahl

5 - Primdahl & Kristensen.

6 - Daniels

7 - Gennai-Schott et al

8 - Norris & Winston.

9 - Inwood

10 - Maleky & Saeedi Razavi

مواد و روش

در پژوهش دلفی حاضر به آینده پژوهی توسعه ساخت‌های غیرمجاز در اراضی زراعی شهرستان کرمانشاه پرداخته شد. بررسی‌ها نشان می‌دهد تغییر کاربری‌های غیرمجاز در شهرستان کرمانشاه در سه محور ارتباطی این شهرستان از نمود بیشتری برخوردار می‌باشد؛ از سمت پلیس راه قرانچی می‌توان به روستاهای پیرحیاتی، گاوینده و دوستوند، از سمت پلیس راه بیستون روستاهای رحیم آباد و سرارود و از سمت پلیس راه ماهیدشت می‌توان به روستاهای حاجی عزیز تا عین الکش اشاره نمود. در ادامه به‌منظور دستیابی به هدف پژوهش، ۲۵ نفر از متخصصین بخش کشاورزی در زمینه ساخت و سازهای غیرمجاز در سطح استان کرمانشاه شناسایی شدند. از این تعداد افراد خبره تنها، ۲۰ نفر حاضر به مشارکت در جریان پژوهش شدند. این افراد حداقل دارای ۱۲ تا ۲۵ سال سابقه در امور اراضی زراعی استان کرمانشاه بودند و به‌صورت میدانی درگیر موضوعات مرتبط به ساخت و سازهای غیرمجاز بودند. به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز این تحقیق، ۵ گام طراحی شد که در نمودار شماره ۱ آمده است:

۳۱۵/۳۸۰ هکتار از اراضی زراعی در سال ۱۳۹۸ بیش از ۳۴۰ هکتار آن تغییر کاربری غیرمجاز داده‌اند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد عوامل بسیاری در این تغییر کاربری اراضی دخیل هستند، در این خصوص نتایج پژوهش محققان مختلف (امیر نژاد، ۱۳۹۲؛ نامجویان، ۱۳۸۵؛ مشیری همکاران، ۱۳۹۱ و غلامی و همکاران، ۱۳۹۴) گویای آن است تغییر کاربری اراضی نه تنها مساله مهمی است بلکه به چالشی بزرگ در سال‌های اخیر تبدیل شده و موجب زوال تدریجی بخش کشاورزی، کاهش تولیدات زراعی، تهدید امنیت غذایی و وابستگی به بیگانگان و تخریب محیط زیست و افزایش مهاجرت روستائیان به شهرها شده است. از سوی دیگر، افزایش قیمت برخی نهاده‌های کشاورزی از بعد اقتصادی، کاهش کیفیت آب و شوری آن از بعد زیست محیطی - اکولوژیک و مؤلفه‌های کاهش انگیزه و تمایلات نسل جدید برای کشاورزی، سیاست‌های دولت در زمینه واردات، سیاست - های قیمت‌گذاری محصولات و کپولت سن کشاورزان و عدم توانایی کشاورزان، ضعف بنیه مالی روستائیان به‌یژه کشاورزان می‌تواند زمینه‌ای برای ساخت و سازها در اراضی کشاورزی باشد؛ بنابراین با توجه به تعاریف فوق می‌توان این‌گونه استنباط کرد که عوامل زیادی در ساخت و سازهای اراضی دخیل هستند از جمله؛ هزینه‌های تولید کشاورزی و عدم سیستم حمایتی دولت از بخش کشاورزی و خرد بودن اراضی و به‌صرفه نبودن تولیدات کشاورزی و غیره است.

از این‌رو در تحقیق حاضر سعی شد با توجه به اهمیت موضوع به جوابگویی این سوال پرداخته شود که روند توسعه باغ‌ویلاها در قالب ساخت و سازهای غیرمجاز چه پیامدهایی را می‌تواند برای کشاورزی شهرستان کرمانشاه به‌دنبال داشته باشد. برای این منظور محققان با استفاده از روش شناسی دلفی فازی سعی نمودند خلاء اطلاعاتی که در این زمینه وجود دارد را مرتفع نمایند و به‌جوابگویی سوال پژوهش بپردازند.



نمودار ۱- مهندسی فرآیند پژوهش (حیدری نژاد و همکاران، ۱۳۸۳)

داده شد. در ادامه‌ی مراحل کار، فراوانی پاسخ‌های داده شده از سوی کارشناسان در اعداد فازی قطعی مربوط به-هریک از اعداد کیفی ضرب شد تا "میانگین میزان اهمیت" برای هر شاخص به‌دست آید (حیدری نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). بعد از محاسبه اعداد فازی به‌دست آمده، سعی شد برای تفسیر و دسته‌بندی شاخص‌ها از جدول ۲ استفاده شود.

پس از طی مراحل ذکر شده در نقشه مهندسی فرآیند پژوهش، داده‌ها در قالب پرسشنامه طیف لیکرت پنج قسمتی (۱=خیلی کم تا ۵=خیلی زیاد) جمع‌آوری شدند. از آن‌جا که پاسخ سوالات در پرسشنامه در خصوص میزان اهمیت شاخص‌ها به صورت اعداد کیفی پنج گزینه‌ای از خیلی کم تا خیلی زیاد قید شده بود. برای تبدیل این اعداد به اعداد فازی قطعی، ابتدا به‌هریک از گزینه‌ها یک عدد مثلثی فازی همانند جدول ۱ تخصیص

جدول ۱- جدول تبدیل اعداد فازی مثلثی به اعداد قطعی

گزینه	عدد کیفی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی قطعی
۱	خیلی کم	(۰، ۰، ۰/۱)	۰/۰۲۵
۲	کم	(۰/۲۵، ۰/۱۵، ۰/۱۵)	۰/۲۵
۳	متوسط	(۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۲۵)	۰/۵
۴	زیاد	(۰/۷۵، ۰/۱۵، ۰/۱۵)	۰/۷۵
۵	خیلی زیاد	(۱، ۰/۱۵، ۰)	۰/۹۷۵

جدول ۲- طبقه‌بندی حدود وزن‌های داده شده به شاخص‌ها

ردیف	میانگین میزان اهمیت	حدود کیفی شاخص
۱	۰/۶۰ به بالا	خیلی زیاد
۲	۰/۵۰ به بالا	زیاد
۳	۰/۴۵ به بالا	متوسط
۴	۰/۳۵ به بالا	کم و خیلی کم

خبره i ام و Aave بیانگر میانگین دیدگاه‌های خبرگان است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۶).

لازم به‌ذکر است که برای محاسبه میانگین فازی از روابط زیر استفاده شد. در این رابطه، A_i بیانگر دیدگاه

$$A_i = (a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}), i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$A_{ave} = (m_1, m_2, m_3) = (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^{(i)}, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_3^{(i)}) \quad (1)$$

یافته‌ها و بحث

بر اساس یافته‌ها، خبرگان کلیدی به‌طور میانگین ۱۲ الی ۲۵ سال دارای سابقه کاری در خصوص ساخت و سازهای غیرمجاز می‌باشند. ۲۰ درصد از این افراد دارای مدرک فوق لیسانس و به ترتیب ۷۵ و ۵ درصد نیز دارای مدارک لیسانس و دیپلم هستند. لازم به ذکر است که در این تحقیق، اکثر خبرگان مشارکت کننده در پژوهش مرد و مابقی زن بودند.

در ادامه به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، سعی شد با استفاده از روش دلفی به آینده پژوهی توسعه

مزارع سرگرمی در اراضی زراعی شهرستان کرمانشاه پرداخته شود. در دور اول در مجموع ۲۰ شاخص شناسایی شد. بعد از بازگشت به کارشناسان موضوعی، ۶ شاخص اضافه و دو شاخص حذف شدند. در جدول شماره ۳ این شاخص‌های اضافه شده در دور دوم با علامت ستاره مشخص شده‌اند. در دور سوم بعد از شناسایی شاخص‌ها جدولی تهیه شد و در اختیار صاحب نظران قرار گرفت. عدم پیشنهاد تغییرات جدید، نمایانگر همگرایی بین نظرات و دیدگاه‌های مشارکت کنندگان بود. در این گام در مجموع ۲۴ شاخص پیامدهای ساخت و ساز غیرمجاز شناسایی شدند که در جدول شماره ۳ آمده است.

جدول ۳- شناسایی پیامدهای محتمل ناشی از توسعه ساخت و سازهای غیرمجاز

پیامدهای توسعه ساخت و سازهای غیر مجاز			
کدها	شاخص‌ها	کدها	شاخص‌ها
L1	افزایش قیمت غیرواقعی و رانت‌خواری در اراضی زراعی (تورم کاذب)	L13	مشکل ارائه خدمات زیربنایی (آب، برق، گاز و ...)
L2	خارج شدن اراضی زراعی از گردونه زراعی و باغی	L14	افزایش آلودگی هوا
L3	توسعه مکان‌های غیرمجاز (ایجاد فضایی جدید برای ترویج فساد اخلاقی)	L15	کاهش ذخائر آب‌های زیرزمینی (به دلیل حفر چاه‌های غیر مجاز)
L4	کاهش سطح اراضی مرغوب کشاورزی	L16	افزایش حاشیه نشینی در اطراف شهرها
L5	ایجاد تعارضات و برخوردهایی با افراد غیربومی توسط افراد بومی	L17	قطعه قطعه شدن اراضی و گسترش ویلاسازی
L6	ایجاد اشکال در روند صدور مجوزهای قانونی	L18	تشویق و ترغیب جهت سرمایه‌گذاری کاذب و غیرتولیدی
L7	تخریب فضای سبز و محیط زیست طبیعی روستا	L19	جلوگیری از اجرای طرح یکپارچه سازی اراضی
L8	از بین بردن محیط و فضای بومی و سنتی روستاها و اراضی زراعی	L20	جلوگیری از توسعه راه‌ها
L9	کاهش امنیت غذایی به علت خارج شدن بخشی از اراضی مرغوب از چرخه تولید	L21	تشویق سایرین نسبت به ساخت و سازهای غیرمجاز
L10	افزایش جمعیت شهرها و خالی شدن روستاها	L22	آلودگی‌های زیست‌محیطی جهت دفع فاضلاب و رهاسازی زباله در اراضی کشاورزی
L11	توسعه نامتقارن شهرها	L23	نزاع بر سر آب
L12	افزایش بیکاری در مناطق روستایی	L24	افزایش فاصله طبقاتی بین مردم

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، در ادامه پیامدها در اختیار کارشناسان قرار گرفت و با استفاده از طرح لیکرت نمره‌گذاری شدند. بر طبق نظر کارشناسان و اعمال اعداد فازی در پاسخ‌های شرکت کنندگان، از مجموع بیست و چهار شاخص مطرح شده در بخش توسعه ساخت و سازهای غیرمجاز، تعداد ۲۲ شاخص از اهمیت وقوع خیلی زیاد و ۲ شاخص از اهمیت وقوع زیاد

برخودار بودند. بر اساس نتایج، آلودگی‌های زیست‌محیطی جهت دفع فاضلاب و رهاسازی زباله در اراضی کشاورزی و خارج شدن اراضی زراعی از گردونه زراعی و باغی از مهم‌ترین پیامدهایی هستند که بر اثر ساخت و سازهای غیرمجاز در اراضی زراعی استان کرمانشاه به-وقوع خواهد پیوست.

جدول ۴- نتایج استخراج شده از نظرات کارشناسان حفظ کاربری اراضی

تعداد پاسخ‌ها با توجه به میزان اهمیت	کدام	کدام	کدام	کدام	کدام	کدام	کدام	کدام
خیلی زیاد	۰/۸۶	۲۰	۱۰	۱۰	---	---	---	L1
خیلی زیاد	۰/۹۱	۲۰	۱۴	۶	---	---	---	L2
خیلی زیاد	۰/۸۲	۲۰	۱۱	۵	۴	---	---	L3
خیلی زیاد	۰/۸۹	۲۰	۱۵	۴	---	۱	---	L4
خیلی زیاد	۰/۷۵	۲۰	۶	۱۰	۳	۱	---	L5
خیلی زیاد	۰/۸۵	۲۰	۱۰	۹	۱	---	---	L6
خیلی زیاد	۰/۷۷	۲۰	۱۰	۶	۱	۳	---	L7
خیلی زیاد	۰/۸۴	۲۰	۹	۸	۳	---	---	L8
خیلی زیاد	۰/۶۶	۲۰	۱۱	---	۱	۷	۱	L9
زیاد	۰/۵۷	۲۰	۴	۸	---	۶	۲	L10
خیلی زیاد	۰/۸۰	۲۰	۹	۸	۲	۱	---	L11
خیلی زیاد	۰/۶۶	۲۰	۸	۳	۴	۵	---	L12
خیلی زیاد	۰/۷۷	۲۰	۷	۸	۵	---	---	L13
خیلی زیاد	۰/۶۰	۲۰	۴	۸	۴	۴	---	L14
خیلی زیاد	۰/۷۸	۲۰	۷	۹	۴	---	---	L15
خیلی زیاد	۰/۸۷	۲۰	۱۲	۷	۱	---	---	L16
خیلی زیاد	۰/۹۲	۲۰	۱۵	۵	---	---	---	L17
خیلی زیاد	۰/۷۷	۲۰	۸	۸	۲	۱	۱	L18
خیلی زیاد	۰/۷۴	۲۰	۸	۵	۶	۱	---	L19
خیلی زیاد	۰/۶۲	۲۰	۴	۵	۸	۳	---	L20
خیلی زیاد	۰/۹۱	۲۰	۱۴	۶	---	---	---	L21
خیلی زیاد	۰/۸۳	۲۰	۷	۱۳	---	---	---	L22
زیاد	۰/۵۹	۲۰	۳	۵	۹	۳	---	L23
خیلی زیاد	۰/۷۳	۲۰	۶	۹	۴	۱	---	L24

قیمت اراضی در یک روستای مشخص و یا منطقه‌ای خاص شود. به‌زعم این محققان این مزارع می‌تواند زمینه را برای اشتغال‌زایی، افزایش درآمد و رفاه عمومی روستاییان و منجر شود. بنابراین این پیامد از دیدگاه آنان، مثبت ارزیابی شده است. به‌نظر می‌رسد که در تحقیق حاضر به‌علت آن‌که این ساخت و سازها غیرمجاز بوده است، همین امر منجر به آن شده است که کارشناسان این اثر را منفی تلقی نمایند. واکاوی دقیق‌تر این یافته

همان‌گونه که قبلاً بدان پرداخته شد، یکی از پیامدهای منفی شناسایی شده از توسعه باغ‌ویلاها در مناطق روستایی آن است که این ساخت و سازها می‌تواند منجر به افزایش قیمت اراضی کشاورزی در مناطق روستایی شود. نتایج گالنت و همکاران^۱ (۲۰۰۶) و حاتمی نژاد و همکاران (۱۳۹۸) و خشنود و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان می‌دهد توسعه باغ‌ویلاها می‌تواند باعث افزایش

نشان داد این افزایش قیمت سبب رانت خواری در برخی از مناطق روستایی شهرستان کرمانشاه شده است به گونه ای که روند افزایش قیمت هیچ مبنای خاصی نداشته است، اما رانت خواران به صورت سلیقه ای قیمت اراضی را بالا می برند و این افزایش موجب تشویق بیشتر کشاورزان به تغییر کاربری اراضی می گردد.

بر اساس یافته ها، خارج شدن اراضی زراعی از گردونه زراعی و باغی و کاهش سطح اراضی مرغوب از دیگر پیامدهای احتمالی است که در آینده نه چندان دور شهرستان کرمانشاه با آن روبه رو خواهد شد. در این راستا بررسی های میدانی نشان داد بر اثر قانون ارث، اراضی زراعی مرغوب در حال خرد شدن می باشند. کوچک بودن زمین های زراعی و مقرون به صرفه نبودن فعالیت های زراعی در آن ها از مهم ترین انگیزه هایی باشد که سبب می شود کشاورزان اقدام به تکه تکه کردن اراضی خود و فروش آن به متقاضیان احداث باغ ویلاها نمایند. در این راستا نتایج مطالعه (امیری نژاد، ۱۳۹۲؛ حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۸؛ مشیری و همکاران، ۱۳۹۱ و غلامی و همکاران، ۱۳۹۴) نیز تایید می نماید که اگر مقدار زمین های زارعی خرد و پراکنده باشد هزینه های تولید در واحد سطح افزایش می یابد و زارع انگیزه ای برای فعالیت زارعی را نخواهد داشت. از این رو اقدام به فروش اراضی خود یا تغییر کاربری آن خواهد نمود. همان گونه که یافته های تحقیق نشان می دهد این موضوع می تواند منجر به پیامدهای منفی دیگری همچون؛ کاهش سطح اراضی مرغوب کشاورزی، جلوگیری از اجرای طرح یکپارچه سازی اراضی و خارج شدن اراضی زراعی از گردونه زراعی و باغی شود.

از دیگر پیامدهای منفی که کارشناسان به آن اشاره کردند موضوع ایجاد اشکال در روند صدور مجوزهای قانونی بود. این مساله می تواند باعث بروز درگیری، افزایش بروکراسی سازمانی و درگیری بیشتر قوه قضاییه با این افراد شود. ضمن آن که زمانی افراد متقاضی مجوز می شوند که هزینه ها در سطح مزرعه (مانند غرس

نهال ها، ایجاد کانکس و کشیدن فنس ها و ...) انجام شده است. در چنین شرایطی مالک به دلیل هزینه هایی که انجام داده است خواهان کسب مجوز می باشد که این امر معمولاً بی ثمر خواهد ماند. از طرفی دیگر تخریب این اراضی به دلیل تغییر کاربری غیرمجاز به معنای از بین رفتن سرمایه مالک در این نوع مزارع می باشد. ضمن آن که منطقه تخریب شده سالیان سال طول می کشد که به شکل اولیه خود بازگردد. در مجموع ماحصل این اقدامات هدر رفتن سرمایه های مالی و طبیعی در منطقه مورد نظر می باشد. تشویق سایرین نسبت به ساخت و سازهای غیرمجاز، توجه به این مساله از آن جهت حائز اهمیت می باشد که این موضوع می تواند پیامدهای ناگواری همچون؛ آشفته گی های بی رویه سیمای روستا، کمبود فضاهای عمومی و خدماتی، مهاجرت و تغییرات کشاورزی، بحران زیست محیطی و ... منجر شود (توکلی نیا و همکاران، ۱۳۹۵؛ دورودیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ و صادقلو و همکاران، ۱۳۹۷).

پیامد محتمل دیگری که از توسعه این ساخت و سازهای غیرمجاز به وجود می آید آن است که از آنجایی که برای این زمین ها مجوز قانونی صادر نشده و زیرساخت های لازم برای خدمات دهی به این نوع از مزارع فراهم نشده است. لذا این مزارع با آلودگی های زیست محیطی جهت دفع فاضلاب و رهاسازی زباله در اراضی کشاورزی روبه رو می باشند. نتایج رومانی و عینعلی^۱ (۲۰۱۰) نیز این یافته را تایید می کنند که مزارع سرگرمی می توانند منجر به تخریب و آلودگی محیط زیست شوند. رضوانی و صفائی (۱۳۸۴) نیز تایید می کنند که ساخت و سازهای بی رویه و احداث مساکن غیرمجاز اثرات نامطلوبی بر محیط زیست کوهستانی شمال تهران به ویژه در زمینه آلودگی منبع آب رودخانه جاجرود و سد لتیان بر جای گذاشته است.

از بین بردن محیط و فضای بومی و سنتی روستاها و اراضی زراعی از دیگر پیامدهایی بود که

در تحقیق حاضر سبب شده است که محققان به چنین یافته‌ای دست پیدا کنند. از این‌رو توصیه می‌شود که محققان این حوزه در تحقیقات آتی از کارشناسان مرتبط با گردشگری روستایی به‌عنوان جامعه مورد مطالعه استفاده نمایند تا شاید از این طریق بتوان به ابعاد مثبت مساله نیز دست یافت.

به‌طور کلی با توجه به یافته‌های پژوهش می‌توان پیشنهاد زیر را ارائه نمود:

نتایج این مطالعه نشان داد توسعه باغ‌ویلاها سبب افزایش قیمت اراضی زراعی در مناطق مورد هدف شده است. توجه به این مساله از دو جنبه حائز اهمیت است اول آن- که این افزایش قیمت می‌تواند محرک تاثیرگذاری جهت فروش اراضی زراعی توسط مالکان باشد. دوم آن‌که با خرید چنین واحدهایی عملاً سرمایه‌های سرمایه‌گذار (به- دلیل ساخت و ساز غیرمجاز) به‌هدر خواهد رفت. بنابراین توصیه می‌شود به‌منظور عدم گسترش این واحدها، قانون- های بازدارنده و تنبیهی برای فروشنده و خریدار وضع شود به‌گونه‌ای که این قانون‌ها ضمانت اجرایی داشته و مانع از گسترش این واحدها شوند. علاوه بر این، آگاه نمودن خریدار و فروشنده از عواقب ساخت و سازهای غیرمجاز در قالب برنامه‌های تلویزیونی و تبلیغی می‌تواند عامل مهم دیگری در کاهش پرونده‌های قضایی باشد. افزون بر رسانه‌ها، انجام اقدامات عملی در مناطق مورد هدف مانند برنامه‌های مشارکتی و توانمندسازی روستاییان در جهت حفظ اراضی زراعی می‌تواند منجر به کاهش فروش اراضی کشاورزی شود.

به‌منظور کاهش توسعه باغ‌ویلاها غیر مجاز در مراحل اولیه پیشنهاد می‌شود که افراد محلی، داوطلب و خواهان همکاری با سازمان امور اراضی در روستاهای مورد نظر شناسایی شوند و با اعطای کارتهایی با عنوان "همیار طبیعت" به آن‌ها سعی شود نسبت به آگاهی سازمان و جلوگیری از تغییرات کاربری اراضی در هر روستا اقدام شود. اجرایی شدن این پیشنهاد می‌تواند

کارشناسان مورد مطالعه بدان اشاره کردند. دادورخانی و همکاران (۱۳۹۲) نیز در تحقیق خود به این پیامد اشاره نموده‌اند. آنان نیز اظهار می‌دارند که با گسترش باغ‌ویلاها (خانه‌های دوم روستایی) اراضی و باغ‌های مثمر به خانه- های ویلایی تبدیل شده و بافت سنتی خانه‌های روستایی دست‌خوش دگرگونی زیادی خواهد شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش سعی شد به آینده پژوهی توسعه مزارع سرگرمی در قالب ساخت و سازهای غیرمجاز در اراضی زراعی شهرستان کرمانشاه پرداخته شود. بررسی- های میدانی نشان می‌داد که این پدیده با سرعت بالایی در شهرستان کرمانشاه رو به گسترش می‌باشد. از این‌رو تیم تحقیق سعی نمود با استفاده از روش تحقیق دلفی فازی به بررسی پیامدهای توسعه این پدیده در منطقه پرداخته شود. داده‌ها نمایانگر آن بود که کارشناسان تنها به ابعاد منفی توسعه مزارع سرگرمی اشاره نمودند، در حالی‌که حاجی میررحیمی و همکاران^۱ (۲۰۱۷) و فرهانی و میرانی (۲۰۱۵) معتقدند که توسعه باغ‌ویلاها می‌تواند با فراهم آوردن سکونتگاه‌های دائمی برای گردشگران به توریسم روستایی و رونق آن و به‌تبع توسعه روستایی کمک شایانی نماید. علاوه بر این الیورا و همکاران^۲ (۲۰۱۵) معتقد هستند که ساکنان این مزارع زمانی که آخر هفته به روستا می‌روند و یا مدت بیشتری در این مزارع اقامت می‌کنند، نسبت به سایر گردشگران در مناطق روستایی تعداد دفعات بیش‌تری برای خرید نیازهای خوراکی خود به مغازه‌های روستا مراجعه می‌کنند. از این‌رو حضور آن‌ها در مناطق حاشیه و روستا می‌تواند دستاوردهای اقتصادی زیادی را برای روستاییان رقم بزند. به‌نظر می‌رسد با توجه به غیرمجاز بودن این ساخت و سازها و عدم توجه به شرایط در مکان‌سنجی آن‌ها عاملی شده است که کارشناسان تنها به ابعاد منفی این مساله توجه نمایند. هم- چنین به‌نظر می‌رسد که عدم وجود کارشناسان گردشگری

1 - Hajimirrahimi et al

2 - Oliveira et al

- بسیاری از چالش‌های ناشی از ساخت و سازهای غیرمجاز را مرتفع نماید.
- ✓ طرح یکپارچه‌سازی اراضی خرد و یا طرح معاوضه زمین‌های زراعی در خصوص روستاهای حاصلخیزی که اراضی خرد دارند؛
- ✓ به سازمان جهاد کشاورزی شهرستان کرمانشاه توصیه می‌شود برنامه‌های آموزشی ترویجی برای مالکان باغ‌ویلاها در خصوص نحوه تولید محصولات سالم و ارگانیک ارائه دهد. این آموزش‌ها می‌تواند به بهره‌ور بودن این واحدها کمک شایانی نموده و تولید در مقیاس کوچک را ترغیب نماید. همچنین انتظار می‌رود با ساماندهی و آموزش این واحدها بتوان فرهنگ کشاورزی پایدار و زندگی سالم را در چنین واحدهایی نهادینه نمود. علاوه بر این جهت تامین منافع مالی مالک و ایجاد انگیزه لازم جهت حفظ اراضی زراعی توصیه می‌شود که اقدامات زیر صورت بگیرد:
- ✓ بسترسازی مناسب جهت اجرایی نمودن آمایش سرزمین در حوزه اراضی غیرشهری و حمایت و پشتیبانی از کشاورزان و فعالیتهای کشاورزی؛
- ✓ تشویق کشاورزان به امر کشاورزی و آشنا نمودن آن‌ها با کشت‌های جدید و نقدی؛
- ✓ پشتیبانی و همکاری نهادهای مسئول از قبیل وزارت جهاد کشاورزی و بانک کشاورزی در جهت حمایت از فعالیتهای کشاورزی.

فهرست منابع

۱. اعتماد، گ. (۱۳۸۷). توسعه شهری و کاربری بهینه زمین، مجموعه مقالات همایش زمین و توسعه شهری. تهران انتشارات مرکز مطالعه و تحقیقات ساختمان و مسکن.
۲. امیر نژاد، ح. (۱۳۹۲). بررسی عوامل موثر بر تمایل کشاورزان جهت تغییر کاربری اراضی در استان مازندران. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۵(۴): ۸۷-۱۰۶.
۳. براتی، ع.، ا.، اسدی، ع.، کلانتری، خ. و حسین آزادی، ح. (۱۳۹۵). طراحی مدل معادلات ساختاری و تلفیقی علل و اثرات تغییر کاربری اراضی کشاورزی در ایران. علوم ترویج و آموزش کشاورزی. ۱۲(۱): ۲۱-۳۷.
۴. توکلی‌نیا، ج.، عزیزپور، ف. و طیبه انصاری، ط. (۱۳۹۵). پیامدهای کالبدی - فضایی تغییر کاربری اراضی کشاورزی منطقه ۱۸ کلان شهر تهران. فصلنامه علمی مطالعات ساختار و کارکرد شهری. ۳(۱۱): ۱۲۷-۱۴۶.
۵. حاتمی‌نژاد، ح.، بیرانوند، م. و حاتمی، الف. (۱۳۹۸). ارزیابی و تحلیل اثرات خانه‌های دوم گردشگری بر مکان‌های روستایی (مطالعه موردی: روستای قلعه حاج عبدالله). مجله کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور برنامه ریزی. ۱۰(۱): ۱۹-۴۰.
۶. حیدری‌نژاد، ص.، مظفری، ا. و محقر، ع. (۱۳۸۳). تعیین و تبیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد دانشکده‌ها و گروه‌های آموزشی تربیت بدنی و علوم ورزشی، نشریه علوم حرکت و ورزش، ۱(۴): ۳۱-۴۶.
۷. خوشنود، ع.، مهدوی حاجیلویی، م. و قادری، الف. (۱۳۹۶). تاثیر خانه‌های دوم بر اقتصاد روستایی دهستان ابرشیوه در شهرستان دماوند. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی. ۶(۴): ۱-۱۶.
۸. دادورخانی، ف.، زمانی، ح.، قدیری معصوم، م. و عاشری، الف. (۱۳۹۲). نقش گردشگری خانه‌های دوم در تغییرات کالبدی - فیزیکی نواحی روستایی (مطالعه موردی: دهستان برغان شهرستان ساوجبلاغ). پژوهش‌های روستایی. ۴(۲): ۲۷۷-۲۹۹.
۹. دورودیان، ح. و دورودیان، ع. (۱۳۹۶). پیامدهای اجتماعی و بوم شناختی تغییر بی‌رویه کاربری اراضی کشاورزی. مدیریت ارضی. ۵: ۸۱-۹۷.

۱۰. رضوانی، م. و صفایی، ج. (۱۳۸۶). گردشگری خانه‌های دوم و اثرات آن بر نواحی روستایی: فرصت یا تهدید (مورد: نواحی روستایی شمال تهران). پژوهش‌های جغرافیایی. (۵۴): ۱۰۹-۱۲۱.
۱۱. صادقلو، ط.، قیداری، ح.، س.، کهنوج، ر.، ح. و یزدانی مروی لنگری، خ. (۱۳۹۷). پیشران‌های کلیدی تغییر کاربری اراضی کشاورزی و اثرات آن بر نواحی روستایی - مورد: دهستان میانجام در شهرستان تربت جام. اقتصاد فضا و توسعه روستایی. ۸(۲): ۴۵-۷۲.
۱۲. غلامی، ش.، حبیب نژاد، م. و نوری پور، ر. م. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر افزایش جمعیت بر میزان تغییر کاربری اراضی (حوزه آبخیز شهرستان نور). اکوسیستم های طبیعی ایران. ۶(۱-۲): ۳۷-۵۶.
۱۳. مشیری، ر. و قماش‌پسند، م. ت. (۱۳۹۱). تحلیلی پیرامون اثرات و پیامدهای تغییر کاربری اراضی کشاورزی در روستاهای بخش مرکزی شهرستان لاهیجان در بخش مرکزی. مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی (چشم انداز جغرافیایی). ۷(۲۱): ۱-۱۳.
۱۴. مقدم، ژ. (۱۳۹۳). بررسی عوامل بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی (نمونه موردی: مناطق روستایی شهرستان رشت). پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی. ۴(۹): ۱۱۳-۱۳۳.
۱۵. میرزایی، ح.، سپهوند، ر.، نظری، ا. ه. و اسماعیلی، م. ر. (۱۳۹۶). شناسایی و اولویت بندی مولفه های دارایی های نامشهود سازمانی. فصلنامه پژوهش های مدیریت منابع انسانی دانشگاه امام حسین (ع). ۹(۱): ۱۰۱-۱۲۴.
۱۶. نامجویان، ش. (۱۳۸۵). حفظ اراضی زراعی و باغی. مجله کشاورزی و غذا. ۵(۴۱): ۴-۱.
17. Daniels, Th. (1986). Hobby farming in America: Rural Development or Threat to Commercial Agriculture? Journal of Rural Studies. 2(1): 31-40.
18. Farahani, B. & Mirani, S. Z. (2015). Second homes tourism and sustainable rural development in all around the world. International Journal of Leisure and Tourism Marketing. 4. 176-188.
19. Gallent, N. & Mace, A. & Tewdwr-Jones, M. (2004). Second homes: A new framework for policy. Town Planning Review. 75. 10.3828/tp.75.3.3.
20. Gennai-Schott, S., Sabbatini, T., Rizzo, D. and Marraccin, E. (2020). Who Remains When Professional Farmers give up? Some Insights on Hobby Farming in an Olive Groves-Oriented Terraced Mediterranean Area. Land 2020, 9, 168; doi: 10.3390/land9050168.
21. Hajimirrahimi, S., Esfahani, E., Van Acker, V. & Witlox, F. (2017). Rural Second Homes and Their Impacts on Rural Development: A Case Study in East Iran. Sustainability. 9. 531. 10.3390/su9040531.
22. Inwood, S.M., (Doctoral Thesis) 2008. Sustaining the Family Farm at the Rural Urban Interface: A Comparison of the Farm Reproduction Processes Among Commodity and Alternative Food and Agricultural Enterprises. Graduate Program in Rural Sociology, the Ohio State University.
23. Maleky, M. and Saeedi Razavi, B. (2013). Evaluation of Development and Changes in Land Use using Different Satellite Image Processing and Remote Sensing Techniques (Case Study: Kermanshah, Iran). Research Journal of Environmental and Earth Sciences. 5(10): 567-576.
24. Norris, M. & Winston, N. (2009). Rising Second Home Numbers in Rural Ireland: Distribution, Drivers and Implications. European Planning Studies. 17. 1303-1322.
25. Oliveira, J. & Roca, M. de N. & Roca, Z. (2015). Economic Effects Of Second Homes: A case study in Portugal. Economics & Sociology. 8. 183-196.
26. Primdahl, J. & Kristensen, L. (2011). The farmer as a landscape manager: Management roles and change patterns in a Danish region. Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography. 111. 107-116.

27. Primdahl, J. (2014). Agricultural Landscape Sustainability under Pressure: Policy Developments and Landscape Change. *Landscape Research*.39 (2): 123–140.
28. Roumiani, A. & Einali, J. (2010). Review of the Environmental Impacts of Second Homes Tourism in Rural Development from the Perspective of the Local Residents Case Study: Hesar Vali-e- ASR County– Avaj Township. *Journal of Geographical Notion*. 4. 126-145.
29. Stobbe, T. & Cotteleer, G. & van Kooten, G. (2008). Hobby Farms and Protection of Farmland in British Columbia. *Canadian Journal of Regional Science*. 32: 393-410.

عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی استان خوزستان

مرضیه موسوی و مسعود یزدان پناه^۱

دانشجوی دکتری ترویج کشاورزی پایدار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. Marziehmousavi66@yahoo.com

دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. masoudyazdan@gmail.com

دریافت: مرداد ۱۳۹۹ و پذیرش: آبان ۱۳۹۹

چکیده

از جمله چالش‌های اساسی در حوزه کشاورزی که در سال‌های اخیر تشدید گردیده، مسئله تغییر کاربری اراضی می‌باشد. این مسئله در طولانی مدت، اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شدیدی به مناطق روستایی و یا حتی فراتر از آن مناطق وارد خواهد کرد. عوامل زیادی بر تغییر کاربری اراضی تأثیر دارد و با شناخت آنها می‌توان سیاست‌های مؤثری جهت کاهش این بحران تدوین نمود. هدف تحقیق حاضر تحلیل عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی می‌باشد. این مطالعه با روش کیفی انجام گردید. جامعه آماری بکار رفته در این پژوهش شامل کشاورزان شهرستان باوی است که اراضی کشاورزی خود را به صورت مجاز و غیرمجاز تغییر کاربری داده‌اند. روش نمونه‌گیری بر مبنای اصول روش "گلوله برفی" انجام شد. جمع‌آوری اطلاعات از طریق مصاحبه با کاربران انجام و اطلاعات به دست آمده از مصاحبه‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. عوامل اقتصادی، اجتماعی، حقوقی و قانونی و توسعه بی‌رویه فضایی به عنوان علل تغییر کاربری اراضی کشاورزی شناسایی شدند. با توجه به نتایج، توصیه‌هایی برای اصلاح و بهبود وضعیت فعلی تغییر بی‌رویه کاربری اراضی در منطقه مطالعه شده ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری، اراضی کشاورزی، شهرستان باوی

^۱ -آدرس نویسنده مسئول: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

مقدمه

تقاضا برای زمین‌های کشاورزی تحت تأثیر تقاضای محلی برای محصولات کشاورزی، تجارت جهانی، تغییرات تکنولوژیکی، سیاست‌های دولت و ترجیحات اجتماعی قرار می‌گیرد. با افزایش جمعیت و رشد اقتصادی، تقاضا برای زمین به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تولید طبیعی افزایش پیدا می‌کند. با افزایش تقاضا برای زمین، فشار مضاعفی بر کاربری‌های سنتی زمین همچون کشاورزی برای تغییر کاربری وارد می‌شود (مولایی و آقایی، ۱۳۹۷). امروزه رشد جمعیت از یک سو و محدودیت منابع از سوی دیگر، زمینه‌ساز مسائل و مشکلاتی در ارتباط با کاهش سطح اراضی طبیعی شده است. در بعد کلان عواملی مانند اقتصاد جهانی و تغییر اقلیم، تغییرات کاربری زمین به ویژه در بخش منابع طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مقیاس خرد نیز، مسائلی مانند تغییرات جمعیتی، توسعه سریع شهری و سیاست‌های محلی، تغییرات وسیعی در الگوی کاربری اراضی ایجاد می‌نماید (وونوو و همکاران، ۲۰۰۸). بالا بودن هزینه‌های تولید محصولات، درآمدزایی پایین، فصلی بودن اکثر محصولات بخش کشاورزی در مقایسه با فعالیت‌های بخش صنعت و خدمات، عدم ایجاد جذابیت و انگیزه کافی مادی برای بهره‌برداران این بخش، تمایل آنها را به استمرار اشتغال در بخش کشاورزی کاهش می‌دهد (سعدی و عوافی اکمل، ۱۳۹۷). بیکاری اقتصادی- اجتماعی و افزایش مهاجرت روستاییان به شهرها، توسعه نامتوازن شهرها و شهرک‌ها و رشد حاشیه‌نشینی، وابستگی به بیگانگان، کاهش درآمد کشاورزان، افت شدید و غیرقابل جبران کیفیت و کمیت تولیدات کشاورزی، کاهش سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی به ویژه در اراضی مرغوب، خروج عرصه‌های کشاورزی از چرخه تولید و تغییر اقلیم از بزرگترین مشکلات ناشی از تغییر کاربری غیرمجاز اراضی کشاورزی به شمار می‌روند (کانادل، ۲۰۰۲). همچنین بهره‌وری پایین فعالیت‌های کشاورزی و عدم اشتغال به

فعالیت‌های زراعی می‌تواند از عوامل دیگر تأثیرگذار بر تغییر کاربری اراضی و از بین رفتن عرصه‌های طبیعی باشد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). در این راستا، لمبین و همکاران (۲۰۰۳)، علل اساسی تغییر کاربری اراضی را عواملی همچون: کمبود منابع تولید منجر به افزایش فشار بر منابع؛ تغییر فرصت‌های ایجاد شده توسط بازارها؛ مداخله‌های سیاست خارجی؛ کاهش ظرفیت سازگاری و افزایش آسیب‌پذیری، تغییر در سازمان‌های اجتماعی جهت دسترسی به منابع و تغییر نگرش افراد می‌دانند. به علاوه، سوادکوهی جنوبی و سیفی (۱۳۹۴) اظهار داشتند که نارضایتی کشاورزان از درآمدهای کشاورزی و عدم دریافت تسهیلات مناسب و یا طولانی شدن زمان دریافت خسارت‌ها، موجب عدم رغبت آنها می‌شود. در نهایت این روند باعث می‌شود که کشاورزان از تولید محصولات دست کشیده و به شغل‌های دیگری از جمله دامداری و غیره روی آورند و تمایل آنها به تغییر شیوه معیشت، فروش زمین و در نهایت تغییر کاربری اراضی افزایش یابد.

زمین و نحوه استفاده از آن برای همه جوامع انسانی، به ویژه برای جوامع روستایی که معیشت بسیاری از آنها به طور مستقیم به این منابع وابسته است و نقش مهمی در تعریف هویت منطقه و آن جامعه دارد، ضروری است. همچنین، تغییرات در کاربری اراضی می‌تواند بر زندگی شخصی، خانوادگی، کار و زندگی اجتماعی افراد ساکن در جوامع روستایی و شهری، تأثیر عمیقی داشته باشد (شرمر و همکاران، ۲۰۰۹).

کاربری اراضی عبارتست از الگوها، فعالیت‌ها و نهاده‌هایی که افراد در یک نوع از پوشش اراضی خاص به منظور انجام عملیات تولیدی یا تغییر و حفاظت از آن به کار می‌گیرند (دهقان و فلسفیان، ۱۳۹۷). کاربری اراضی در مفهوم کلی، در وضعیت موجود در برگیرنده کاربری در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی، مسکونی، تجاری و صنعت می‌باشد. تغییر کاربری اراضی کشاورزی عبارت از فرایندی که زمین از کشاورزی به

دیگر کاربردها تبدیل و تغییر می‌یابد و برای تولیدات کشاورزی از آن استفاده نمی‌شود (کرباسی و همکاران، ۱۳۹۷).

در حال حاضر تغییر کاربری اراضی کشاورزی پس از کم آبی، دومین مشکل اساسی کشاورزی ایران محسوب می‌شود (قدیمی و همکاران، ۱۳۹۷) و نمونه‌ای مهم از تأثیرگذاری انسان بر محیط زیست به شمار می‌رود. این امر سبب نابودی بخش اعظمی از زمین‌های کشاورزی شده و از دیدگاه امنیت غذایی، خودکفایی و اشتغال پایدار جامعه روستایی، پیامدهای بسیاری را در پی داشته است (درودیان و درودیان، ۱۳۹۷). روند سریع تغییر کاربری اراضی کشاورزی علاوه بر خلل در روند و میزان تولیدات کشاورزی مورد نیاز در کشور، می‌تواند آثار منفی طبیعی، اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی نیز به دنبال داشته باشد (یزدانی، ۱۳۹۴). در سالیان اخیر به دلیل افزایش روزافزون جمعیت و شهرنشینی، توسعه و گسترش فضاهای شهری - صنعتی، فضاهای سبز به ویژه اراضی مرتعی، زراعی و باغی اطراف شهرها به شدت در معرض تخریب و تبدیل قرار گرفته است و آمارها حکایت از گسترش بی‌رویه تخریب این فضاها دارند، به طوری که هم‌اکنون در ایران آمارها نمایانگر آهنگ سریع تغییر کاربری اراضی کشاورزی و منابع طبیعی به خصوص در حاشیه کلان‌شهرهای کشور است. به گونه‌ای که از سال ۱۳۳۴ تاکنون، مساحت اراضی تغییر کاربری یافته صرفاً در اطراف هفت کلانشهر کشور (تهران، اصفهان، کرج، مشهد، اهواز، شیراز و تبریز) ۵۷۰۶۱۶ هکتار از اراضی مرغوب کشاورزی و منابع طبیعی تخمین زده می‌شود (جهانی‌فر و همکاران، ۱۳۹۶). متأسفانه سیر صعودی پدیده تغییر کاربری اراضی در سالیان اخیر به گونه‌ای است که علیرغم تصویب قانون حفظ کاربری اراضی در سال ۱۳۷۴، تاکنون بیش از ۱۴۰ هزار هکتار از اراضی از گردونه تولید خارج شده (۲۰ هزار هکتار در سال) و تغییر کاربری داده‌اند. به همین دلیل روند تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی و منابع طبیعی نه

تنها بسیار نگران‌کننده است (مولایی و آقایی، ۱۳۹۷) بلکه، فشار صنعت، گردشگری، بحران کم‌آبی و کاهش حاصلخیزی و بهره‌وری بخش کشاورزی، تغییر سبک زندگی روستاییان، خلأ قوانین بازدارنده و فساد اداری، حفاظت از اراضی کشاورزی را دشوارتر می‌کند (درودیان و درودیان، ۱۳۹۷). مطیعی لنگرودی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثرات اقتصادی تغییر کاربری اراضی کشاورزی در نواحی روستایی دهستان لیچارکی حسن رود بندر انزلی به این نتیجه رسیدند که تغییر کاربری اراضی باعث افزایش کاذب قیمت زمین و هزینه زندگی و موجب ایجاد اشتغال و افزایش درآمد در منطقه شده است. همچنین، امیرنژاد (۱۳۹۲) بیان می‌کند که نارضایتی کشاورزان از برنامه‌های صندوق بیمه، عدم دریافت خسارت و یا طولانی شدن زمان دریافت خسارت موجب می‌شود تا کشاورزان نسبت به انجام فعالیت‌های کشاورزی بی‌ رغبت شده و انگیزه خود را از دست دهند. در نهایت، این روند باعث می‌شود تا کشاورزان به تغییر کاربری روی آورند. از سوی دیگر، در مطالعه احمدپور و علوی (۱۳۹۳) عوامل اجتماعی - اقتصادی؛ جغرافیایی؛ روانشناختی؛ مهاجرت؛ سیاستگذاری و برنامه‌ریزی؛ مدیریت ریسک؛ مهیا نبودن شرایط اولیه کشت و کار؛ عدم دسترسی به نهاده‌های تولید و بالابودن قیمت نهاده‌ها از متغیرهای مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی شناسایی شدند. نتیجه مطالعه دربان آستانه و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد که قیمت پایین محصولات کشاورزی، مخارج بالای زندگی و به صرفه نبودن درآمد کشاورزی، تورم بالا در جامعه و ارزش بیشتر خود زمین تا کشاورزی از مهم‌ترین عوامل اقتصادی و افزایش جمعیت ساکنان بومی روستا، عدم تمایل جوانان به فعالیت‌های کشاورزی، تغییر استانداردهای زندگی و تمایل به شهرنشینی از عوامل اجتماعی مؤثر در تغییر کاربری اراضی بودند. یافته‌های تحقیق متوسلی و همکاران (۱۳۹۵) بیانگر آن است که در تغییر کاربری‌ها میزان تأثیرگذاری عوامل جمعیتی و طبیعی مهم‌ترین عوامل بوده و دو عامل قانونی و اقتصادی را تحت‌الشعاع

قرار داده است. همچنین، امینی و همکاران (۱۳۹۶) کسب سود زیاد از فروش زمین، افزایش قیمت زمین، نداشتن درآمد کافی در بخش کشاورزی، افزایش تعداد مشاورین املاک، افزایش تعداد دلالان زمین و مسکن در روستاها را در تغییر کاربری اراضی کشاورزی مؤثر دانسته‌اند. مشیری و قماش‌پسند (۱۳۹۱) معتقدند، قوانین تغییر کاربری در حفاظت از اراضی کشاورزی چندان کارساز نبوده و تغییرات کالبدی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست محیطی در روستاهای مورد مطالعه به خصوص روستاهای پیرامونی حوزه نفوذ مشهودتر است. نتایج تحقیق دهقان و فلسفیان (۱۳۹۷) نشان داد که عوامل اقتصادی مانند درآمد پیش‌بینی شده از تغییر کاربری جدید، افزایش ارزش زمین، افزایش درآمد حاصل از اشتغال غیرکشاورزی و فعالیت‌های غیرزراعی درون‌بخشی (تنوع درآمدی کشاورزی) اثرات مثبتی بر تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی دارند. همچنین، تعداد افراد شاغل در خانوارها اثر معنی‌داری بر حفظ کاربری اراضی دارد، بطوری‌که با افزایش تعداد افراد شاغل، احتمال تغییر کاربری کاهش می‌یابد. نتیجه مطالعه هریس (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که ضعف نظارت‌ها، سیاست‌های غلط و سیستم‌های اجتماعی و زیست محیطی نادرست از عوامل اقتصادی- اجتماعی مؤثر در تخریب مراتع فلات تبت در چین بودند. رشد جمعیت، سیستم نگهداری زمین، شرایط بازار محصولات کشاورزی، سطح درآمد و سطح تحصیلات، باورها و نگرش‌ها (انزودند، ۲۰۱۱)؛ جمعیت، تکنولوژی و اقتصاد، ویژگی‌های بیوفیزیکی زمین مانند خاک، توپوگرافی و آب و هوا باعث تغییر کاربری زمین شده است (می‌یابان و همکاران، ۲۰۱۴).

در طی سال‌های اخیر، افزایش تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی در استان خوزستان نگران کننده است. از یک سو، فرسایش و تخریب خاک، اجرای پروژه‌های عمرانی و توسعه شهرنشینی از جمله دلایل کاهش اراضی کشاورزی در استان خوزستان می‌باشد. از سوی دیگر، مهاجرت‌پذیری، سودجویی، عدم همکاری

دستگاه‌های اجرایی در راستای ساخت و ساز غیرمجاز از جمله عوامل تشدیدکننده تغییر کاربری زمین‌های زراعی در این استان می‌باشد (خبرگزاری مهر، ۱۳۹۳). در شهرستان باوی در فاصله سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷، ۴۵ مورد پرونده تخلف تغییر کاربری غیرمجاز اراضی کشاورزی در مدیریت امور اراضی شهرستان ثبت شده است که بالغ بر ۵۰ هکتار از اراضی کشاورزی این شهرستان به منظور ساخت و ساز تغییر کاربری داده شد. همچنین، در فاصله سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۷ تعداد ۲۹۴ پرونده ثبت گردید که در قالب این تعداد، بالغ بر ۳۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی شهرستان به صورت مجاز تغییر کاربری شدند. در این راستا، با توجه به اهمیت این منبع ارزشمند در چشم‌اندازهای کشاورزی، بدیهی است که حفاظت و مدیریت آن توسط کاربران ضروری به نظر می‌رسد و باید عوامل مؤثر بر این شرایط مورد تحلیل قرار گیرد و به حفظ زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها برای خودکفایی توجه بیشتری صورت گیرد. در نتیجه، ضرورت مطالعه و تحلیل عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی، می‌تواند راهگشای سیاست‌گذاران این حوزه در راستای شناسایی و آگاهی از این قبیل عوامل و در نتیجه جلوگیری از پیامدهای حاصل از آن باشد. بر این اساس، پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به این سؤال است که چه عواملی باعث تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی می‌شود؟

پژوهش‌های مختلفی در زمینه عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی وجود دارد. با این حال پژوهش‌های جامع و گسترده در این زمینه در خوزستان و به ویژه در شهرستان باوی تاکنون صورت نپذیرفته است. به علاوه، بیشتر پژوهش‌های گذشته از دیدگاه افراد بیرونی و به روش کمی به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. این مطالعه سعی دارد با روش کیفی و از زاویه دید خود کشاورزان دلایل تغییر کاربری اراضی کشاورزی را مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با هدف تحلیل عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی با استفاده از روش تحقیق کیفی انجام گردید. پژوهش کیفی فرایند پیچیده‌ای است که انجام آن مستلزم صرف وقت نسبتاً طولانی بوده و داده‌ها به روش استنباط استقرایی تحلیل می‌شوند. روش جمع‌آوری اطلاعات به شیوه پیمایشی و از طریق مصاحبه عمیق و مشاهده مشارکتی انجام شد. جامعه آماری بکار رفته در این پژوهش شامل کشاورزان شهرستان باوی است که اراضی کشاورزی خود را به صورت مجاز و غیرمجاز تغییر کاربری داده‌اند. جامعه آماری به روش ارجاع زنجیره‌ای انتخاب شد. روش نمونه‌گیری بر مبنای اصول روش "گلوله برفی" انجام شد. در این روش، ابتدا با مراجعه به اداره کاربری اراضی در مرکز خدمات کشاورزی شهرستان باوی فهرستی از اراضی کشاورزی که طی ۱۰ سال گذشته تغییر کاربری داده شدند، استخراج شد. سپس به محل‌های مورد نظر مراجعه و با مالکان اراضی مصاحبه انجام شد. در این مطالعه با ۳۴ نفر مصاحبه انجام شد که از مصاحبه بیست و سوم به بعد محقق به اشباع نظری دست یافت، یعنی نقطه‌ای که مفاهیم به خوبی تعریف و تبیین شدند. با اینحال برای اطمینان از این امر تا مصاحبه ۳۴ فرایند ادامه یافت. مصاحبه عمیق علاوه بر پرسش در مورد برخی ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای مصاحبه شونده‌ها، با طرح سؤال‌هایی در مورد ضرورت و انگیزه تغییر کاربری اراضی کشاورزی آغاز شد و بقیه پرسش‌ها براساس پاسخ‌های مصاحبه شونده طرح می‌شد. مطالب گردآوری

شده حاصل از مصاحبه‌ها در نهایت مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

نتایج آمار توصیفی نشان داد، همه پاسخگویان این مطالعه مرد (۱۰۰ درصد) بودند. از طرفی، توزیع فراوانی پاسخگویان بر اساس سن نشان داد، ۱۴/۷ درصد بین ۳۰ تا ۴۰ سال، ۵۲/۹ درصد بین ۴۱ تا ۵۰ سال، ۱۷/۶ درصد ۵۱ تا ۶۰ سال و ۱۴/۷ درصد بالاتر از ۶۰ سال سن داشتند. میانگین سن پاسخگویان در نمونه تحقیق ۴۹/۲۴ سال، انحراف معیار ۱۰/۱۱۵، کمینه سن ۳۰ سال و بیشینه ۷۳ سال بود. همچنین توزیع فراوانی پاسخگویان براساس میزان تحصیلات نشان داد، ۲/۹ درصد بیسواد، ۱۴/۷ درصد ابتدایی، ۲۰/۶ درصد راهنمایی، ۵/۹ درصد دبیرستان، ۴۱/۲ درصد دیپلم، ۲/۹ درصد فوق دیپلم و ۱۱/۸ درصد لیسانس بودند. شغل اصلی ۵۲/۹ درصد پاسخگویان کشاورزی بود. ۱۴/۷ درصد شاغل بخش دولتی و ۳۲/۴ درصد شغل آزاد داشتند. از لحاظ میزان زمین تغییر کاربری شده نیز نتایج نشان داد ۱۱/۸ درصد کشاورزان کمتر از یک هکتار، ۷۹/۴ درصد بین یک تا دو هکتار و ۸/۷ درصد بیشتر از سه هکتار را تغییر کاربری داده‌اند.

پس از جمع‌آوری اطلاعات از جامعه مورد مطالعه به بررسی مصاحبه‌ها و یادداشت‌های مربوطه اقدام گردید. پس از چند بار مرور یادداشت‌ها، موارد مشابه حذف شد. گویه‌های حاصل از مصاحبه با کشاورزان در قالب ۲۹ مفهوم اصلی در جدول شماره (۱) خلاصه و ارائه شده است. در جدول شماره (۲) مفاهیم شناسایی شده در قالب عامل‌هایی مشخص دسته‌بندی گردیده‌اند.

جدول ۱- مفاهیم شناسایی شده حاصل از مصاحبه با کشاورزان

ردیف	مفهوم	ردیف	مفهوم
۱	مقرون به صرفه نبودن کشت دیم	۱۵	دریافت وام و تسهیلات جهت ایجاد شغل
۲	ممانعت برداشت از چاه جهت آبیاری توسط اداره آب	۱۶	ایجاد تحریم و افزایش تورم
۳	جلوگیری قانونی جهت کشت و کار	۱۷	لزوم توسعه فضای شهری
۴	لزوم توسعه فضای روستایی	۱۸	بیکاری و نداشتن شغل و درآمد
۵	نزدیک بودن زمین به منازل مسکونی و زیرساخت‌ها	۱۹	افزایش جمعیت و تعداد خانوارهای ساکن روستا
۶	عدم توانایی مالی جهت تسطیح زمین زراعی	۲۰	تقسیم زمین بین ورثه‌ها و در نتیجه کوچک شدن آن
۷	ممانعت اداره آب جهت احداث چاه به دلیل کمبود آب	۲۱	افزایش سن کشاورز و عدم توانایی و حوصله کشاورزی
۸	پایین بودن عملکرد در واحد سطح و کاهش سود	۲۲	اجبار شهرداری جهت تبدیل زمین‌های زراعی به زمین شهری
۹	نداشتن وقت جهت کار کشاورزی به دلیل داشتن شغل آزاد	۲۳	نداشتن بیمه و حقوق بازنشستگی
۱۰	کمبود یا نبود منزل مسکونی و در نتیجه اجاره نشینی	۲۴	عدم توانایی مالی بعضی از روستاییان برای سکونت در شهر
۱۱	فروش زمین‌های بدون سند توسط اداره منابع طبیعی به افراد بومی و غیربومی	۲۵	تعرض کشاورزان همسایه به زمین و سوء استفاده از عدم حضور مالک
۱۲	تبدیل زمین‌های کشاورزی به زمین شهری جهت بالا رفتن قیمت و ارزش زمین	۲۶	بدون سند بودن بعضی از زمین‌های زراعی و در نتیجه مصادره توسط منابع طبیعی
۱۳	جلوگیری از توسعه فضای روستا در زمین‌های غیر زراعی به دلیل عبور دو خط لوله گاز و نفت	۲۷	قرار گرفتن زمین در طرح توسعه فضای شهری و ممانعت قانونی جهت فعالیت کشاورزی
۱۴	ممانعت همسایه‌ها جهت کشت آبی به دلیل نزدیک بودن زمین به منازل مسکونی	۲۸	عدم نیاز به درآمد کشاورزی به دلیل شاغل بودن در بخش دولتی
		۲۹	خرید بعضی از اراضی توسط افراد غیر بومی و احداث باغ ویلا، کشتارگاه، کارخانه رب گوجه و ...

بحث و نتیجه گیری

با رشد روز افزون جمعیت و صنعتی شدن جوامع بشری، تغییرات گسترده‌ای در کاربری اراضی کشاورزی صورت گرفته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد، در نتیجه تغییر کاربری اراضی کشاورزی سالیانه بخش عمده‌ای از اراضی از چرخه تولید خارج می‌شود. تغییر کاربری اراضی کشاورزی امری اجتناب‌ناپذیر بوده و مقاومت صرف در مقابل آن تا حدود زیادی ناممکن به نظر می‌رسد. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، عامل اقتصادی عمده‌ترین دلیل تغییر کاربری اراضی کشاورزی در شهرستان باوی شناسایی شده است. این نتیجه با نتایج پژوهش احمدپور و علوی (۱۳۹۳)؛ دربان آستانه و همکاران (۱۳۹۵)؛ متوسلی و همکاران (۱۳۹۵)؛ مشیری و قماش‌پسند (۱۳۹۷)؛ هریس (۲۰۱۰) و انزوندا (۲۰۱۱) سازگار است. در این راستا پاسخگویان گویه‌های مقرون به صرفه نبودن کشت دیم، تبدیل زمین‌های کشاورزی به زمین شهری جهت بالا رفتن قیمت و ارزش زمین، خرید بعضی از اراضی توسط افراد غیر بومی و احداث باغ ویلا، کشتارگاه، کارخانه رب

گوجه و ...، دریافت وام و تسهیلات جهت ایجاد شغل، عدم توانایی مالی جهت تسطیح زمین زراعی، ایجاد تحریم و افزایش تورم، پایین بودن عملکرد در واحد سطح و کاهش سود، عدم توانایی مالی بعضی از روستاییان برای سکونت در شهر، تقسیم زمین بین ورثه‌ها و در نتیجه کوچک شدن آن، نداشتن بیمه و حقوق بازنشستگی، عدم نیاز به درآمد کشاورزی به دلیل شاغل بودن در بخش دولتی، بیکاری و نداشتن شغل و درآمد را بیان داشته‌اند. بررسی در میان تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد افزایش مهاجرت روستاییان به شهرها، افزایش بیکاری، کاهش درآمد کشاورزان، کاهش شدید و غیرقابل جبران کیفیت و کمیت تولیدات کشاورزی و سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی و تغییر اقلیم (کانادل، ۲۰۰۲) مشکلات اقتصادی مردم، درآمد پایین، افزایش هزینه‌های زندگی و کشاورزی، به صرفه نبودن فعالیت‌های کشاورزی و مشکلات مربوط به بازاریابی و فروش محصولات، نداشتن پشتوانه مالی، افزایش کاذب قیمت زمین و مسکن نیز از مهمترین عوامل اقتصادی تغییر کاربری هستند

دست آمده از پژوهش، عامل حقوقی و قانونی یکی دیگر از علل تغییر کاربری اراضی کشاورزی شناسایی شد. این نتیجه با نتایج پژوهش متوسلی و همکاران (۱۳۹۵) همخوانی دارد.

(درودیان و درودیان، ۱۳۹۷). این مسئله که قابلیت درآمدزایی و سودآوری فعالیت کشاورزی پایین است در بسیاری از موارد قابل انکار نیست، به طوری که در بسیاری از موارد باعث ترغیب افراد به فعالیت در بخش‌های غیرکشاورزی شده است. با توجه به نتایج به

جدول ۲- دسته‌بندی مفاهیم حاصل از مصاحبه با کشاورزان

عامل	مفاهیم
عوامل اقتصادی	مقرون به صرفه نبودن کشت دیم تبدیل زمین‌های کشاورزی به زمین شهری جهت بالا رفتن قیمت و ارزش زمین خرید بعضی از اراضی توسط افراد غیر بومی و احداث باغ ویلا، کشتارگاه، کارخانه رب گوجه و ... دریافت وام و تسهیلات جهت ایجاد شغل عدم توانایی مالی جهت تسطیح زمین زراعی ایجاد تحریم و افزایش تورم پایین بودن عملکرد در واحد سطح و کاهش سود عدم توانایی مالی بعضی از روستاییان برای سکونت در شهر تقسیم زمین بین ورثه‌ها و در نتیجه کوچک شدن آن نداشتن بیمه و حقوق بازنشستگی عدم نیاز به درآمد کشاورزی به دلیل شاغل بودن در بخش دولتی بیکاری و نداشتن شغل و درآمد
عوامل حقوقی و قانونی	بدون سند بودن بعضی از زمین‌های زراعی و در نتیجه مصادره توسط منابع طبیعی جلوگیری از توسعه فضای روستا در زمین‌های غیر زراعی به دلیل عبور دو خط لوله گاز و نفت جلوگیری اداره آب جهت احداث چاه به دلیل کمبود آب ممانعت برداشت از چاه‌های احداث شده جهت آبیاری توسط اداره آب جلوگیری قانونی جهت کشت و کار اجبار شهرداری جهت تبدیل زمین‌های زراعی به زمین شهری قرار گرفتن زمین در طرح توسعه فضای شهری و عدم اجازه قانونی جهت فعالیت کشاورزی فروش زمین‌های بدون سند توسط اداره منابع طبیعی به افراد بومی و غیر بومی
عوامل اجتماعی	نداشتن وقت کافی جهت کار کشاورزی به دلیل داشتن شغل آزاد ممانعت همسایه‌ها جهت کشت آبی به دلیل نزدیک بودن زمین به منازل مسکونی کمبود یا نبود منزل مسکونی و در نتیجه اجاره نشینی افزایش جمعیت و تعداد خانوارهای ساکن روستا تعرض کشاورزان همسایه به زمین و سوء استفاده از عدم حضور مالک افزایش سن کشاورز و عدم توانایی و حوصله کشاورزی
توسعه بی‌رویه فضایی	لزوم توسعه فضای روستایی نزدیک بودن زمین به منازل مسکونی و زیرساخت‌ها لزوم توسعه فضای شهری

احداث شده جهت آبیاری توسط اداره آب، ممانعت قانونی جهت کشت و کار، اجبار شهرداری جهت تبدیل زمین‌های زراعی به زمین شهری، قرار گرفتن زمین در طرح توسعه فضای شهری و جلوگیری قانونی جهت فعالیت کشاورزی، فروش زمین‌های بدون سند توسط

بدون سند بودن بعضی از زمین‌های زراعی و در نتیجه مصادره توسط منابع طبیعی، ممانعت از توسعه فضای روستا در زمین‌های غیر زراعی به دلیل عبور دو خط لوله گاز و نفت، اجازه ندادن اداره آب جهت احداث چاه به دلیل کمبود آب، ممانعت برداشت از چاه‌های

اداره منابع طبیعی به افراد بومی و غیر بومی از جمله مواردی بود که پاسخگویان ذکر نموده‌اند. تنریورمیس (۲۰۰۳) معتقد است هنگامی که مزارع تولیدی برای صنعتی شدن، شهرنشینی و توسعه گردشگری استفاده می‌شوند، برای استفاده پایدار از زمین‌های کشاورزی، مقررات قانونی و حقوقی جدید لازم است که نگرانی‌های زیست محیطی و سیاست‌های نادرست کشاورزی را کاهش دهد. این مقررات باید با توجه به کاربری چندگانه زمین‌های کشاورزی و حفظ دقیق زمین‌های کشاورزی اولیه تعریف شوند.

در ارتباط با عوامل اجتماعی می‌توان بیان نمود که از دیدگاه پاسخگویان، وقت کافی نداشتن جهت کار کشاورزی به دلیل داشتن شغل آزاد، ممانعت همسایه‌ها جهت کشت آبی به دلیل نزدیک بودن زمین به منازل مسکونی، کمبود یا نبود منزل مسکونی و در نتیجه اجاره‌نشینی، افزایش جمعیت و تعداد خانوارهای ساکن روستا، تعرض کشاورزان همسایه به زمین و سوء استفاده از عدم حضور مالک، افزایش سن کشاورز و عدم توانایی و حوصله کشاورزی از جمله دلایل اجتماعی می‌باشند که موجب تغییر کاربری اراضی کشاورزی گردیده است. این نتیجه با یافته‌های احمدپور و علوی (۱۳۹۳)؛ دربان‌آستانه و همکاران (۱۳۹۵)؛ مشیری و قماش‌پسند (۱۳۹۷) و هریس (۲۰۱۰) مطابقت دارد. کشاورزان فعالیت کشاورزی را به لحاظ وجهه اجتماعی در خور احترام نمی‌دانند و به این دلیل به فعالیت در بخش کشاورزی تمایلی ندارند و به سمت تغییر کاربری اراضی اقدام می‌کنند. به نظر می‌رسد برداشتی که کشاورزان به لحاظ وجه اجتماعی نسبت به شغل خود دارند، واقعیتی است که در جامعه وجود دارد، به این صورت که نگرش افراد بیرونی نسبت به شغل کشاورزی، بر دیدگاه کشاورزان اثر می‌گذارد و آن‌ها را در ترغیب به تغییر شغل سوق می‌دهد.

نتایج پژوهش نشان داد که ضرورت توسعه بی‌رویه فضایی شهرها و روستاها نیز یکی دیگر از دلایل

تغییر کاربری اراضی کشاورزی در منطقه مورد پژوهش می‌باشد. این نتیجه با مطالعه مشیری و قماش‌پسند (۱۳۹۷) همخوانی دارد. پاسخگویان مواردی مانند لزوم توسعه فضای شهری و روستایی و همچنین، نزدیک بودن زمین به منازل مسکونی و زیرساخت‌ها را در تغییر کاربری اراضی کشاورزی خود دخیل می‌دانند. امینی و همکاران (۱۳۹۶) بیان کرده‌اند ایران طی چند دهه گذشته شاهد تغییر کاربری اراضی کشاورزی روستاها به کاربری مسکونی، تجاری- خدماتی و صنعتی بوده است که مجموعه‌ای از عوامل مختلف نظیر مهاجرت جمعیت روستایی به شهرها و نیاز به گسترش و توسعه شهرها در آن تأثیر گذار بوده است. بعلاوه امیرانتخابی (۱۳۹۲) اظهار داشتند، در ایران به علت محدودیت اراضی زراعی و عدم تناسب آن با رشد جمعیت، حفظ اراضی زراعی حاصلخیز امری بسیار ضروری به شمار می‌رود؛ اما علیرغم تأکیدها و پافشاری‌هایی که مسئولین و کارشناسان در این باره مطرح نموده‌اند، اراضی کشاورزی در برابر توسعه بافت‌های مسکونی روستایی و شهری در حال پسروری است. سووانویراک و چانتالوچا (۲۰۱۲) نیز معتقدند نتیجه این امر، مسائلی همچون استفاده از زمین‌های کشاورزی برای گسترش فضای شهری و روستایی، استفاده از زمین‌های نامساعد برای کشاورزی و تعرض به جنگل برای کشاورزی و مسکن را در پی خواهد داشت. در راستای نتایج تحقیق پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱- آیین‌نامه‌ها و شیوه نامه‌های مربوط به قوانین مربوط به منع کاربری اراضی کشاورزی، توسط نهادهای مسئول به دقت تهیه و اجرا گردد و به صورت شفاف به کشاورزان اطلاع‌رسانی گردند؛

۲- به دنبال کاهش درآمد کشاورزان به دلیل خرد بودن اراضی، اهمیت حفظ اراضی زراعی بسیار کم رنگ بوده و این اراضی با وجود درآمد پایین بخش کشاورزی بیش از پیش در خطر نابودی قرار خواهند گرفت؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود دولت جهت حمایت درآمدی از کشاورزان با اعطای تسهیلات مالی کم‌بهره و دوره بازگشت بلندمدت

۴- رشد جمعیت و نیاز به مسکن از دیگر عوامل تغییر کاربری اراضی محسوب می‌شود. افزایش جمعیت از یک سو و تبدیل قسمت عمده‌ای از اراضی، به ویژه اراضی اطراف روستاها به کاربری مسکونی مسئله‌ساز است. براین اساس مدیریت صحیح و اصولی فضای روستایی و لزوم اهمیت قائل شدن به حریم روستا و نیز جدیت در مواجهه با تغییر کاربری اراضی در این محدوده الزامی است.

۵- قوانین سخت‌گیرانه‌تر برای تغییر کاربری‌های غیرمجاز و اصلاح قوانین موجود برای جلوگیری از تبدیل هر چه بیشتر اراضی کشاورزی به کاربری‌های غیرکشاورزی تدوین و اجرا شود.

به کشاورزان کم درآمد، می‌تواند نقش مؤثرتری در حفظ اراضی و جلوگیری از تغییر کاربری آنها ایجاد نماید.

۳- برنامه‌ریزی، پشتیبانی و همکاری نهادهای مسئول مانند جهادکشاورزی در راستای اجرای طرح‌هایی که علاوه بر رفع مشکلات موجود (از قبیل عدم دسترسی به منابع آبی و ...)، شرایط اولیه فعالیت‌های کشاورزی را میسر سازند. همانند پیگیری و اجرای طرح‌های یکپارچه‌سازی اراضی در جاهایی که به دلیل خرد و پراکنده بودن زمین‌ها، فعالیت کشاورزی مقرون به صرفه نیست. اجرای این طرح‌ها موجب بهبود و تسهیل در روند تولیدات کشاورزی خواهد شد.

فهرست منابع

۱. احمدپور، ا. و ا. علوی. ۱۳۹۳. شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های مؤثر در تغییر کاربری اراضی کشاورزی روستایی (مطالعه موردی: شهرستان ساری). مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، ۳(۳): ۱۰۹-۲۱۲.
۲. امیرانتخابی، ش. ۱۳۹۲. تحول کالبدی- فضایی روستاهای ساحلی گیلان (مطالعه موردی: حوزه زیباکنار). فصل‌نامه برنامه‌ریزی کالبدی- فضایی، ۲(۴): ۱۱۳-۱۲۲.
۳. امیرنژاد، ح. ۱۳۹۲. بررسی عوامل مؤثر بر تمایل کشاورزان جهت تغییر کاربری اراضی در استان مازندران. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۵(۴): ۸۷-۱۰۳.
۴. امینی، س.، ب. رحمانی و ب. مجیدی خامنه. ۱۳۹۶. پیامدهای اقتصادی تغییرات کاربری اراضی روستاهای پیراشهری مورد: روستاهای دهستان جی در شهرستان اصفهان. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، ۶(۲): ۱۷-۴۰.
۵. جهانی فر، ک.، ح. امیرنژاد، ز. عابدی و ع.ر. وفایی‌نژاد. ۱۳۹۶. امکان‌سنجی اقتصادی و زیست محیطی تغییر کاربری اراضی مرتعی شرق استان مازندران به کاربری‌های جدید. نشریه علمی پژوهشی مرتع، ۱۱(۲): ۲۰۷-۲۲۱.
۶. خبرگزاری مهر. ۱۳۹۳. افزایش تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی در خوزستان. کد خبر: ۲۳۲۶۴۱۳.
۷. دربان آستانه، ع. ر.، م. ر. رضوانی و ص. صدیقی. ۱۳۹۵. بررسی عوامل اقتصادی و اجتماعی تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان محمودآباد). مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، ۵(۳): ۱۲۷-۱۴۳.
۸. درودیان، ح. ر. و ع. درودیان. ۱۳۹۶. پیامدهای اجتماعی و بوم‌شناختی تغییر بی‌رویه کاربری اراضی کشاورزی. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی. ۵(۲): ۸۱-۹۷.
۹. دهقان، ح. و آ. فلسفیان. ۱۳۹۷. شناسایی عوامل مؤثر بر حفظ کاربری اراضی کشاورزی در راستای کشاورزی پایدار مطالعه موردی: شهرستان بستان آباد. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۸(۱): ۱۵۱-۱۶۸.
۱۰. سعدی، ح. ا. و ف. عوافی اکل. ۱۳۹۷. عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در روستاهای شهرستان همدان. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، ۷(۲): ۲۱۱-۲۲۶.

۱۱. سوادکوهی جنوبی، ت. و م. سیفی. ۱۳۹۴. بررسی عوامل انسانی تأثیرگذار بر روند تغییرات کاربری اراضی بالادست حوزه آبخیز. مجموعه مقالات نخستین همایش ملی مدیریت زمین در ایران، تهران: مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، جلد ۲، مدیریت زمین از منظر سیاسی، اجتماعی و اقتصادی، ۲۶۹-۲۷۸.
۱۲. کرباسی، ع.ر.، ب. یزدان‌خواه و ح. محمدزاده. ۱۳۹۷. بررسی عوامل مؤثر بر تغییر کاربری اراضی کشاورزی در استان خراسان رضوی. محیط شناسی، ۴۴(۱): ۹۹-۱۱۱.
۱۳. قدیمی، ع.، ر.، ع.ح. پاپزن و ع. امینی. ۱۳۹۷. بررسی روند تغییر کاربری اراضی کشاورزی و تأثیر آن بر مؤلفه‌های توسعه پایدار (مطالعه موردی: حوضه زاینده‌رود استان اصفهان). فصلنامه پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۱(۳): ۴۱-۵۸.
۱۴. قربانی، م.، ع. ا. مهرابی، م. ر. ثروتی و ع. ا. نظری سامانی. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات جمعیتی و اثرگذاری‌های آن بر تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: منطقه بالاظالقان). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳(۱): ۷۵-۸۸.
۱۵. متوسلی، ب.، ع.، ر. قربانیان، ع. ر. نادریان‌زاده و ح. زارعشاهی. ۱۳۹۵. بررسی عوامل و دلایل تغییر کاربری در طرح‌های هادی روستاهای شهرستان تفت طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۹. مجله مسکن و محیط روستا، ۱۵۵، ۷۷-۹۲.
۱۶. مشیری، ر. و م. ت. قماش‌پسند. ۱۳۹۱. تحلیلی پیرامون اثرات و پیامدهای تغییر کاربری اراضی کشاورزی در روستاهای بخش مرکزی شهرستان لاهیجان در دهه اخیر. چشم انداز جغرافیایی (مطالعات انسانی)، ۷(۲۱): ۱-۱۳.
۱۷. مطیعی لنگرودی، ح.، م. ر. رضوانی، و ز. کاتب ازگمی. ۱۳۹۱. بررسی اثرات اقتصادی تغییر کاربری اراضی کشاورزی در نواحی روستایی (مطالعه موردی: دهستان لیچارکی حسن‌رود بندر انزلی). مجله پژوهش و برنامه‌ریزی روستایی، ۱، ۱-۲۳.
۱۸. مولائی، م. و ش. آقایی. ۱۳۹۷. برآورد تمایل به پرداخت برای جلوگیری از تغییر کاربری اراضی کشاورزی با استفاده از روش آزمون انتخاب. فصلنامه اقتصاد و توسعه، ۲۶(۱۰۲): ۵۱-۷۳.
۱۹. یزدانی، س. ۱۳۹۴. بحران تغییر کاربری اراضی کشاورزی در ایران. خبرنامه الکترونیکی انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، ۱۱؛ دی ماه ۱۳۹۴.
20. Canadell, J. G. 2002. Land use effects on terrestrial carbon sources and sinks. Science in China. Series C, 45: 1-9.
21. Harris R.B. 2010. Rangeland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: A review of the evidence of its magnitude and causes. Journal of Arid Environments, (74): 1-12.
22. Lambin, E. F., H.J., Geist, and E. Lepers. 2003. Dynamics of land- use and land- cover change in tropical regions. Annu. Rev. Environ. Resour. 28: 41- 205.
23. Meiyappan, P., M. Dalton, B.C. O'Neill and A.K. Jain. 2014. Spatial modeling of agricultural land use change at global scale. Ecological Modelling, 291: 152-174.
24. Nzunda, N.G. 2011. Socio- Economic factors influencing land use and vegetation cover changes in and around kagoma forest reserve kagera region, Tanzania. Adissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the master degree of management of natural resources for sustainable agriculture of Sokoine University of agriculture. Morogoro, Tanzania.

25. Schirmer, J. K. Williams, and C. Dunn. 2009. Socio-economic impacts of land use change in the Green Triangle and Central Victoria: Final summary of findings of the Land Use Change project. Forest & Wood Products Australia Limited.
26. Tanrivermis, H. 2003. Agricultural land use change and sustainable use of land resources in the mediterranean region of Turkey. *Journal of Arid Environments*, 54(3): 553- 564.
27. Voinov, A., D. Arctur, I. Zaslavskiy and A. Saleem. 2008. Community-based software tools to support participatory modeling: a vision. *International Congress on Environmental Modeling and Software. IEMSs*: 766-774.

بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک در یک طرح یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری مازندران

علی چراتی^۱، محمودرضا رمضانپور و مهرداد شهابیان

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. acherati@yahoo.com

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. mrramezanpour@yahoo.com

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. m.shahabian@areeo.ac.ir

دریافت: دی ۱۳۹۸ و پذیرش: آبان ۱۳۹۹

چکیده

این تحقیقات جهت بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک در محدوده طرح یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری روستای موارم کلای شهرستان قائم شهر مازندران به اجرا در آمد. بدین منظور برخی ویژگی‌های خاک در دو مرحله پیش و بعد از عملیات اجرائی طرح یکپارچه‌سازی در دو پلات بزرگ شامل: پلات یک (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط) و پلات دو (جابجائی خاک به میزان زیاد) مورد ارزیابی قرار گرفت. در امتداد محور طولی پلات‌ها، شبکه‌های ۱۰ متر × ۱۰ متر ایجاد گردید. قبل و بعد از عملیات تسطیح و تراز بندی پلات‌ها، داخل هر یک از این شبکه‌ها، نمونه خاک مرکب سطحی تهیه گردید و سپس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیائی نمونه خاک‌ها مطابق روش استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که برخی ویژگی‌های خاک تحت تاثیر عملیات تسطیح اراضی قرار گرفت. در نتیجه عملیات تسطیح اراضی، میزان فسفر و پتاسیم در پلات یک (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط) کاهش معنی‌دار یافت، در حالی که تاثیر آن بر میزان فسفر و پتاسیم در پلات دو (جابجائی خاک به میزان زیاد) معنی‌دار نبود. میزان ماده آلی خاک در هر دو پلات، در نتیجه عملیات تسطیح اراضی کاهش معنی‌دار یافت. میزان عناصر کم مصرف خاک شامل آهن، منگنز، روی و مس نیز در هر دو پلات تحت تاثیر عملیات تسطیح اراضی قرار نگرفت. با انجام تسطیح اراضی، در هر دو پلات، میزان EC افزایش ولی pH کاهش یافت. در این تحقیق کاهش نسبی کربن آلی در نتیجه تسطیح غیر اصولی اراضی شالیزاری و استفاده از خاک سطحی مرغوب برای جاده‌سازی و مرزبندی می‌باشد که این امر بیانگر کاهش نسبی کیفیت خاک در نتیجه اجرای این طرح می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: یکپارچه‌سازی اراضی، ویژگی‌های خاک، تسطیح اراضی، جابجائی خاک

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.

مقدمه

برنج، پس از گندم، پرمصرف‌ترین محصول کشور بشمار آمده و در حدود ۵۰٪ از اراضی استان مازندران، به عنوان برجسته‌ترین منطقه تولید برنج، به کشت این گیاه اختصاص می‌یابد. زراعت در عرصه‌های سنتی کشت شالی (برنج)، عمدتاً در اراضی کوچک و قطعات پراکنده و نامنظم صورت می‌پذیرد و این امر نیز در نتیجه مستقیم محدودیت‌های فیزیوگرافیک اراضی و همچنین کم شدن سرانه مالکیت‌ها، ناشی از خرید و فروش و همچنین تقسیمات ارثی اراضی تحت کشت است. یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری (Paddy Field Consolidation) در منطقه مازندران بر اساس قواعد معرفی شده از سوی کشور ژاپن طراحی و اجرا می‌شود. این طرح بعنوان یکی از طرح‌های محوری در اصلاح و توسعه اراضی شالیزاری، در دستور کار فعالیت‌های آب و خاک منطقه قرار گرفته است. این طرح شامل یکپارچه نمودن قطعات کوچک، پراکنده و نامنظم اراضی شالیزاری است. مزارع سنتی شالیزاری دارای معایبی بوده که طرح‌های یکپارچه‌سازی اراضی با اجرای صحیح می‌تواند گام موثری در رفع این موانع محسوب شود. یکپارچه‌سازی اراضی ۳۰ درصد هزینه‌های تولید را کاهش و عملکرد در واحد سطح و راندمان آبیاری را ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش می‌دهد (یعقوبی و کبیری، ۱۳۷۷).

تاریخچه یکپارچ سازی اراضی کشاورزی در ایران نشان می‌دهد که این طرح به صورت سنتی در اواسط دهه ۱۳۴۰ در قسمت‌هایی از اراضی شالیزاری شهرستان‌های آمل، بابل، قائمشهر و ساری انجام شد (آشکار آهنگر کلایی و همکاران، ۱۳۸۵) ولی روش‌های نوین یکپارچه‌سازی اراضی از سال ۱۳۶۹ در اراضی شالیزاری روستای اسلام‌آباد شهرستان آمل و سپس از سال ۱۳۷۰ در اراضی شالیزاری روستای آبدانسر شهرستان ساری و در ادامه در روستاهای اجبارکلای آمل (۱۳۷۱)، سوته فریدونکنار (۱۳۷۲) و کته پشت آمل (۱۳۷۴) اجرا شد (امیرنژاد، ۱۳۷۸). بر اساس آخرین گزارش مجری

طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور، تا پیش از سال ۱۳۹۳، بالغ بر ۱۱۹ هزار هکتار از کل اراضی شالیزاری استان‌های گیلان و مازندران، تجهیز و نوسازی شده بود و از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۸، طرح تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری استان‌های شمالی کشور در سطح حدود ۳۷ هزار هکتار دیگر از اراضی اجرا شده است (سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، ۱۳۹۸). در پروژه‌های یکپارچه سازی اراضی در مزارع شالیزاری، خاک مورد نیاز برای احداث جاده‌های بین مزارع با استفاده از بلدوزر و در شرایط خاص به کمک بیل مکانیکی از داخل قطعه تامین می‌شود. بدین منظور، پس از پیاده نمودن بستر جاده به همراه کرت‌های طراحی شده، عملیات خاکبرداری و انتقال از قطعات، پس از کنار زدن خاک زراعی برای تامین هسته اصلی جاده‌ها آغاز گشته و بلدوزر در جهت طولی خاکبرداری از هر قطعه را آغاز و با انتقال آن به محل‌های مشخص شده در مسیر جاده‌ها و پخش نمودن آن در لایه‌های ۱۵ سانتی‌متری بستری به عرض ۸ تا ۱۰ متر (بسته به نوع جاده) و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر، ایجاد می‌نماید. برای احداث جاده مورد نیاز در یک هکتار زمین شالیزاری با احتساب ضریب کوبیدگی خاک، نیاز به جمع‌آوری، دپو و تراکم خاک به میزان ۳۵۱ مترمکعب می‌باشد (یعقوبی و یعقوبی، ۱۳۸۶). معمولاً بدلیل هزینه بالای جمع‌آوری و انتقال مجدد خاک به مکان اولیه پس از عملیات تسطیح، عملاً از خاک ارزشمند سطحی برای احداث جاده‌های بین مزارع استفاده می‌شود. اصولاً خاک سطحی در مقایسه با خاک اعماق پایین‌تر حاوی مقادیر بیشتری از مواد آلی، عناصر غذایی و میکروارگانیزم‌های مفید بوده و از این رو کاهش ضخامت خاک لایه سطحی موجب تغییر کیفیت خاک شده و از ارزش آن به شدت می‌کاهد.

اک (۱۹۸۷) اثرات طولانی مدت برداشت خاک سطحی را بعد از ۱۶ سال از تسطیح اراضی مورد مطالعه قرار داده و نشان داد اثرات آن بر خواص فیزیکی خاک تحت‌الارض که در نتیجه تسطیح اراضی در مجاورت

سطح قرار گرفت، نسبتاً بدون تغییر مانده است. واکر و همکاران (۲۰۰۳) معتقدند که مقدار عملکرد برنج در خاک‌های تازه تسطیح شده در نقاط خاکبرداری ۶ تا ۴۵ درصد کمتر از مناطق خاکریزی شده بود که می‌تواند به علت کمبود فسفر باشد. دبرمن و ابرتور (۱۹۹۹) بیان نمودند که بعد از تسطیح و برداشت خاک سطحی که غنی از مواد آلی و عناصر غذایی در دسترس است، مقادیر این متغیرها کاهش پیدا میکند. بری و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که تسطیح زمین، از جمله عملیات رایج کشاورزی منطقه دلتای رودخانه می سی سی پی ایالات متحده بوده که با سوبسید دولتی به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب انجام می‌شود. این محققین بهره‌مندی از بهبود توزیع آب در برابر تغییرات نسبتاً شدید ویژگی خاک و فرآیندهای طبیعی در نتیجه تسطیح زمین را ارزیابی و نشان دادند که در نتیجه تسطیح زمین، هدایت الکتریکی خاک (EC) و غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، گوگرد، منگنز و مس در ده سانتی‌متر بالای خاک به طور قابل توجهی افزایش یافته است، درحالی که pH خاک، مواد آلی و غلظت آهن به طور قابل توجهی کاهش یافت. در تحقیقات دیگر، بری و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که در نتیجه تسطیح زمین، جرم مخصوص ظاهری خاک و مقدار رس افزایش یافته در حالی که مقدار شن و سیلت و زیست توده قارچی و نسبت زیست توده قارچی به باکتریایی کاهش یافت. این محققین تحقیقات بیشتر برای حصول اطمینان از اثرات طولانی مدت تغییرات ویژگی‌های بیوژئوشیمی خاک در نتیجه تسطیح زمین بر رشد محصول را ضروری دانستند. بری و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند سخت کفه‌ای که طی سالها بر اثر عبور ماشین آلات کشاورزی ایجاد شده است، بعد از تسطیح اراضی و برداشتن خاک سطحی، به سطح خاک نزدیک شده و عمق موثر ریشه‌دهی خاک را کاهش می‌دهد. آنگر و همکاران (۱۹۹۰) تاثیر تسطیح اراضی را بر بافت خاک، مقدار کربن آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها مطالعه قرار کردند. در این مطالعه میانگین کربن آلی خاک قبل از تسطیح ۱/۸۰ درصد و بعد از تسطیح به ۱/۷۵

درصد کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. آنها همچنین نشان دادند که بین میزان کربن آلی خاک در منطقه خاکبرداری شده و منطقه خاکریزی شده تفاوت معنی‌داری وجود داشت به نحوی که مقدار آن از ۱/۶۸ درصد در منطقه خاکبرداری به ۱/۸۱ درصد در منطقه خاکریزی افزایش یافت. میلر (۱۹۹۰) نیز بیان نمود که از نتایج تسطیح اراضی کاهش بازده محصول و افزایش تغییرپذیری عناصر غذایی در مرحله بعد از عملیات تسطیح است.

نجفی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای که در مازندران انجام داد گزارش نمود که عملیات تسطیح باعث کاهش کلی مواد آلی و تغذیه‌ای شده ولی این کاهش قابل جبران بوده و معمولاً بعد از چند سال کشت و کار، وضعیت خاک به حالت قبلی نزدیک می‌شود. یزدانی (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای که در طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری انجام داد نتیجه‌گیری نمود که اگر چه هنوز مقدار محصول در مزارع تازه تجهیز شده، از مزارع سنتی کمتر بود، اما در عین حال در مزارع سنتی که محصول آنها پیش از اجرای طرح پائین بود، تجهیز و نوسازی باعث افزایش عملکرد شده است. شریفی (۱۳۸۸) با انجام تحقیق در چهار محل در شالیزارهای اطراف شهرستان رشت و صومعه که پروژه‌های تجهیز و نوسازی اراضی از چهار سال پیش در آنها انجام شده بود نشان داد که با گذشت این مدت هنوز، مواد آلی و عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در اراضی تجهیز و نوسازی شده کمتر از اراضی سنتی است. در اثر عملیات تسطیح، عمق خاک سطحی کاهش یافته و خاک زیر سطحی که غالباً از نظر مواد آلی و غذائی فقیر است در سطح قرار می‌گیرد، ولی این کاهش قابل جبران بوده و معمولاً بعد از چند سال کشت و کار و افزودن کود و بقایای گیاهی به خاک به وضعیت قبلی خود نزدیک می‌شود. دوات‌گر و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی عملیات تسطیح و یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری نشان دادند که عملیات تسطیح موجب کمبود یک و یا چند عنصر از جمله نیتروژن،

فسفر و پتاسیم شده و از این رو توصیه رایج و یکسان کودهای شیمیائی منجر به تشدید غیر یکنواختی در وضعیت حاصل‌خیزی و عدم دستیابی به محصول مطلوب در این نوع اراضی می‌شود. با توجه موارد ذکر شده این طرح با هدف تعیین بررسی تغییرات ویژگی‌های خاک در اثر طرح یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری در روستای موآرم کلای شهرستان قائم شهر در استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها

مراحل انجام این تحقیق به شرح ذیل بودند:

الف) تعیین ویژگی‌های خاک پیش از عملیات اجرایی یکپارچه‌سازی

ب) تعیین ویژگی‌های خاک بعد از عملیات اجرایی یکپارچه‌سازی

این آزمایش در دو پلات بزرگ در محدوده طرح یکپارچه‌سازی اراضی روستای موآرم کلای شهرستان قائم شهر در سال ۱۳۹۲ به شرح ذیل اجرا گردید:

پلات یک: جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط (به عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر) و در نواری به عرض پنج متر (در امتداد مرزهای بین قطعات) تا ۱۵ متر (در امتداد جاده بین مزارع)

این پلات به مساحت ۷۷۰۰ متر مربع، به طول ۱۰۰ متر و عرض حدود ۷۰ متر طی عملیات یک پارچه‌سازی توسط مرزهای پهن بین مزارع محدود شده بود. از آنجائی که مقدار کمی از خاک اطراف این قطعه برای مرزبندی و جاده‌سازی استفاده شده و این قطعه از پستی و بلندی نسبتاً کمی برخوردار بود، از این رو میزان جابجائی خاک در این قطعه کم تا متوسط بود. در این قطعه پیش از عملیات تسطیح و ترازبندی در داخل این پلات، در امتداد محور طولی شبکه‌های ۱۰ متر × ۱۰ متر به تعداد ۲۰ شبکه ایجاد گردید و تعداد ۲۰ نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در داخل هر یک از این شبکه‌ها (پنج نمونه فرعی) تهیه و پس از مخلوط کردن یک نمونه مرکب سطحی تهیه شد. پس از انجام عملیات تسطیح و ترازبندی

در داخل این پلات، مجدداً مطابق روش فوق، شبکه‌های ۱۰ متر × ۱۰ متر دقیقاً در همان مکان قبلی ایجاد گردید و قبل از عملیات خاک‌ورزی و کاشت محصول، تعداد ۲۰ نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در داخل هر یک از این شبکه‌ها (پنج نمونه فرعی) تهیه و پس از مخلوط کردن، یک نمونه مرکب سطحی تهیه شد.

پلات دو: جابجائی خاک به میزان زیاد (به عمق ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر) و در نواری به عرض ۱۰ متر (در امتداد مرزهای بین قطعات) تا ۲۰ متر (در امتداد جاده بین مزارع)

این پلات به مساحت ۶۲۷۰ متر مربع می‌باشد. این پلات به طول ۱۰۰ متر و عرض حدود ۶۰ متر طی عملیات یکپارچه‌سازی توسط مرزهای پهن محدود شده بود. با توجه به اینکه مقدار زیادی از خاک اطراف این قطعه برای مرزبندی و جاده‌سازی استفاده شده و این قطعه از پستی و بلندی زیادی نیز برخوردار بود، از این رو میزان جابجائی خاک در این قطعه زیاد بود. قبل از عملیات تسطیح و ترازبندی در داخل این پلات، در امتداد محور طولی شبکه‌های ۱۰ متر × ۱۰ متر به تعداد ۲۰ شبکه ایجاد گردید و تعداد ۲۰ نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در داخل هر یک از این شبکه‌ها (پنج نمونه فرعی) تهیه و پس از مخلوط کردن یک نمونه مرکب سطحی تهیه شد. در این پلات نیز مطابق پلات یک، پس از انجام عملیات تسطیح و ترازبندی در داخل این پلات، قبل از عملیات خاک‌ورزی و کاشت محصول، مجدداً تعداد ۲۰ نمونه خاک مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری در داخل هر یک از این شبکه‌ها (پنج نمونه فرعی) و دقیقاً در همان مکان قبلی تهیه و پس از مخلوط کردن، یک نمونه مرکب سطحی تهیه شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک

پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک (بافت خاک) و ویژگی‌های شیمیائی خاک شامل pH، هدایت الکتریکی (EC)، درصد آهک (CCE)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)،

کربن آلی (O.C)، مقدار عناصر پر مصرف نیتروژن (N)، فسفر (P)، پتاسیم (K)، منیزیم (Mg) و گوگرد (S) و مقدار عناصر کم مصرف آهن (Fe)، روی (Zn)، منگنز (Mn) و مس (Cu)، مطابق روش استاندارد موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری شدند. جهت واکاوی و تحلیل آماری داده‌ها، میانگین ویژگی‌های خاک در مراحل پیش (L_{pre}) و بعد (L_{post}) از عملیات تسطیح، محاسبه شده و میزان تغییرات (Δ) و درصد آن ($\Delta/\%$) مقایسه شدند. برای ترسیم نمودار تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مراحل پیش (L_{pre}) و بعد (L_{post}) از عملیات تسطیح اراضی از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

الف) پلات یک (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط) نتایج تجزیه آماری و مقایسه میانگین مربوط به اثر تسطیح اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و عناصر غذایی خاک در پلات یک (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط) طرح یکپارچه‌سازی اراضی در جدول‌های یک و دو نشان داده شد. عملیات تسطیح اراضی از نظر آماری تاثیر معنی‌داری بر شوری، میزان سیلت، شن، آهک و عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) نداشته است اما تاثیر آن بر pH، میزان رس، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل استفاده معنی‌دار بود.

جدول ۱- اثر تسطیح اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در طرح یکپارچه‌سازی اراضی پلات یک

تسطیح اراضی	هدایت الکتریکی خاک (EC)	پ هاش (pH)	رس (Clay)	سیلت (Silt)	شن (Sand)	آهک (CCE)	کربن آلی (OC)
	دسی زیمنس بر متر					درصد	
پیش از تسطیح (L_{pre})	۰/۷۸	۷/۳۴	۴۰/۷	۴۹/۱	۱۰/۲	۱۸/۴	۲/۱۶
بعد از تسطیح (L_{post})	۰/۸۹	۷/۰۶	۴۲/۵	۴۷/۶	۹/۸	۱۸/۸	۱/۶۲
تغییرات (Δ)	-۰/۱۱	۰/۲۸	-۱/۸	۱/۵	-۰/۴	-۰/۴	۰/۵۴
درصد تغییرات ($\Delta/\%$)	۱۴/۱	۳/۸	۴/۴	۳/۰	۳/۹	۲/۱	۲۵/۰

(جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط)

$$\Delta = (L_{pre} - L_{post}) \quad \Delta\% = \frac{(L_{pre} - L_{post})}{L_{pre}} \times 100$$

جدول ۲- اثر تسطیح اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در طرح یکپارچه‌سازی اراضی پلات یک (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط)

تسطیح اراضی	فسفر (P)	پتاسیم (K)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)
پیش از تسطیح (L_{pre})	۱۲/۷	۱۵۳/۸	۳۱/۸	۹/۹۱	۱/۰۸	۴/۰۲
بعد از تسطیح (L_{post})	۱۱/۲	۱۲۰/۸	۳۳/۳	۹/۴۸	۱/۰۳	۴/۰۱
تغییرات (Δ)	۱/۵	۳۳/۰	-۱/۵	-۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۰۱
درصد تغییرات ($\Delta/\%$)	۱۱/۸	۲۱/۴	۴/۷	۴/۳	۴/۶	۰/۲۴

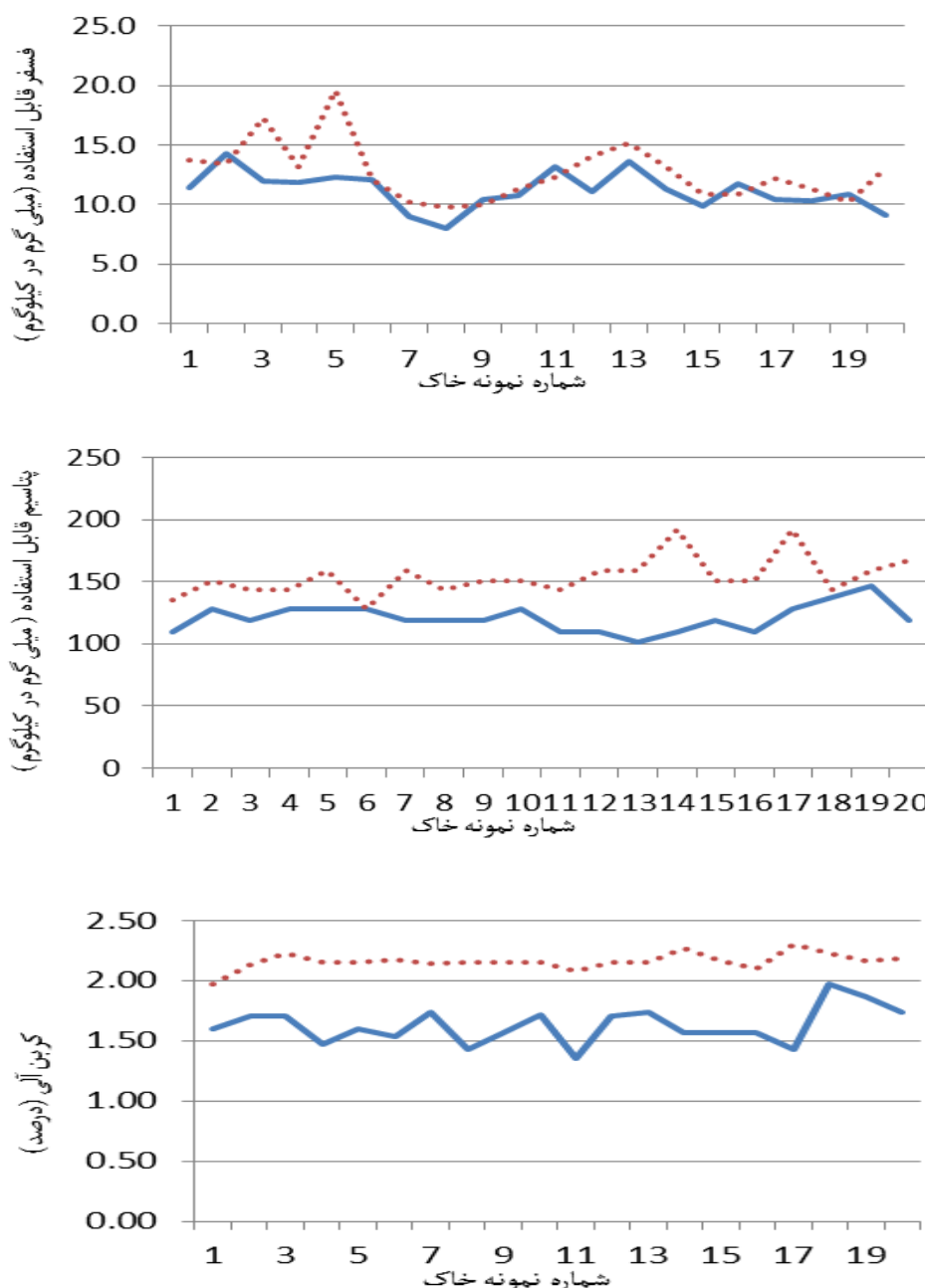
$$\Delta = (L_{pre} - L_{post}) \quad \Delta\% = \frac{(L_{pre} - L_{post})}{L_{pre}} \times 100$$

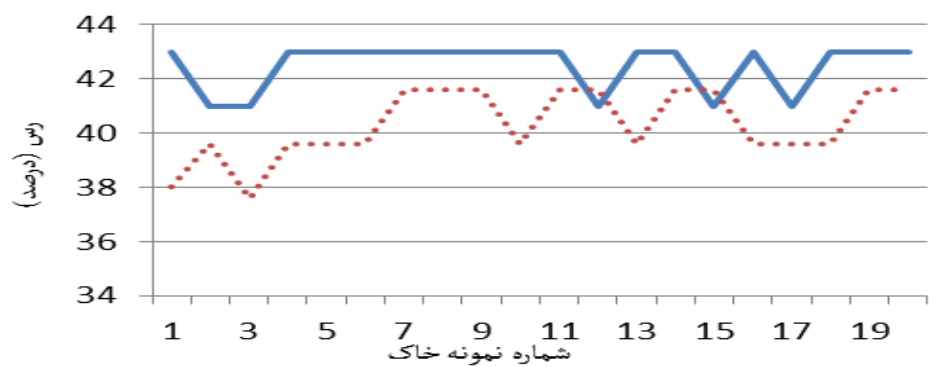
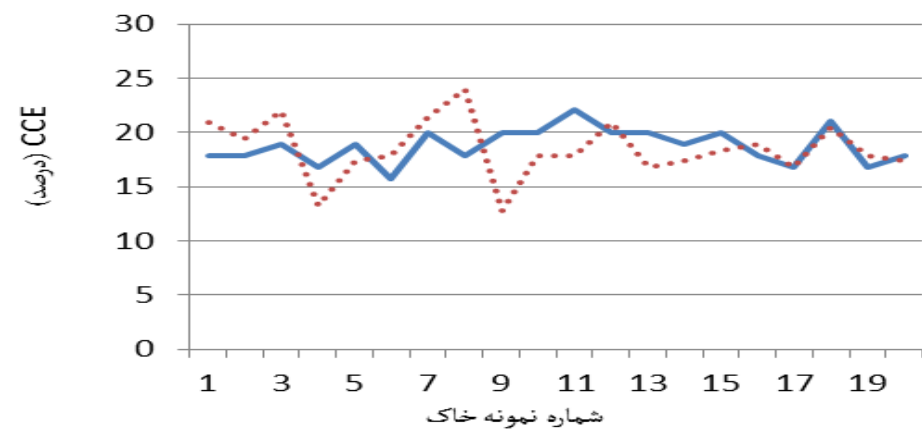
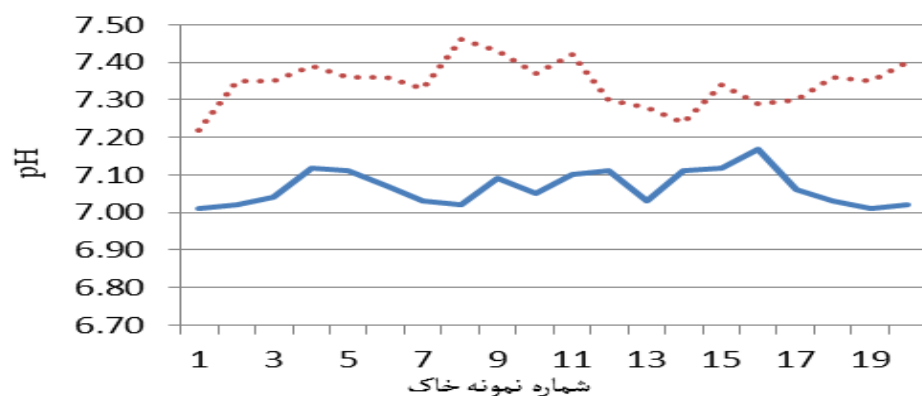
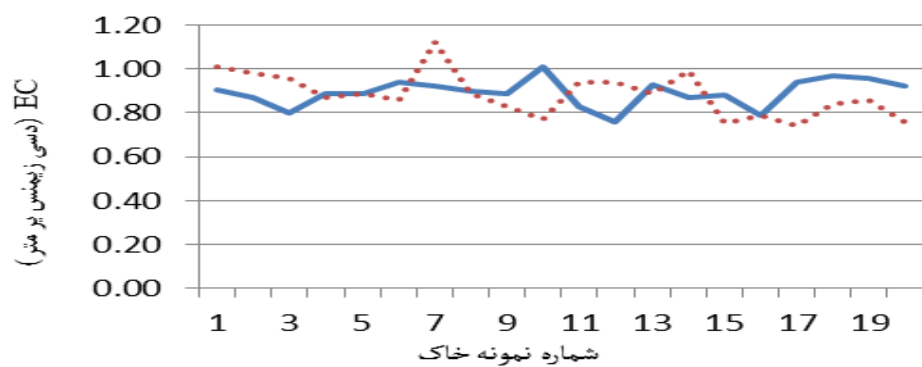
نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر میزان فسفر قابل استفاده خاک در شکل یک و جدول دو نشان داده شد. میانگین غلظت فسفر قابل استفاده خاک از ۱۲/۷ میکروگرم در گرم در پیش از عملیات تسطیح اراضی به ۱۱/۲ میکروگرم در گرم بعد از عملیات تسطیح کاهش یافت و از نظر آماری (آزمون t) این کاهش معنی‌دار بوده است.

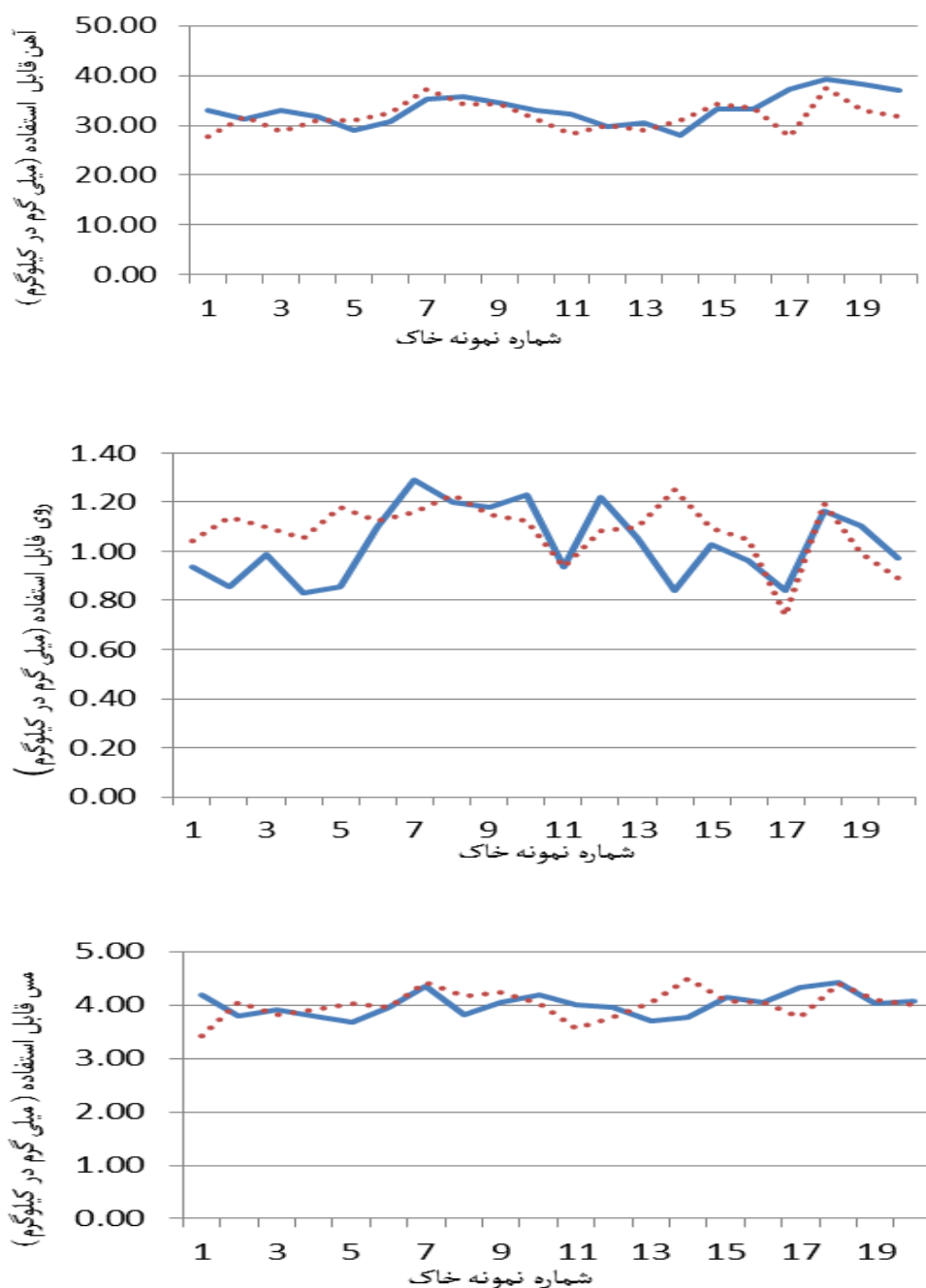
از جمله مهمترین دلایل احتمالی کاهش فسفر قابل استفاده خاک در نتیجه عملیات تسطیح اراضی، می‌توان به جابجایی خاک سطحی و انتقال آن به حاشیه مزارع اشاره کرد. جابجائی خاک عمدتاً برای احداث جاده بین مزارع و همچنین ایجاد مرزها و پشته‌های بین قطعات به منظور ایجاد شکل هندسی مورد نظر انجام می‌شود. در این خصوص یعقوبی و یعقوبی (۱۳۸۶) گزارش دادند که

فسفر قابل استفاده خاک شده، به نحوی که غلظت فسفر قابل استفاده خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی از ۱۲/۷ به ۱۱/۲ میکروگرم در گرم بعد از عملیات تسطیح اراضی کاهش یافت که این کاهش نیز از نظر آماری معنی‌دار بوده است.

حدوداً معادل ۳/۵ سانتی متر خاک زراعی سطحی جهت احداث جاده بین مزارع مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجائیکه نمونه خاک مرکب تهیه شده برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی از عمق سی سانتی متری رویه خاک تهیه شده است، انتظار می‌رود جابجایی خاک در نتیجه تسطیح اراضی تا حدودی موجب کاهش غلظت







شکل ۱- تاثیر تسطیح اراضی بر برخی ویژگی‌های کیفی خاک قبل از تسطیح (□□□□□) و بعد از تسطیح (————) در پلات یک (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط)

که در نتیجه تسطیح زمین، هدایت الکتریکی (EC) خاک و غلظت فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، گوگرد، منگنز و مس در ۱۰ سانتی‌متر بالای خاک به طور قابل توجهی افزایش یافته است. جت و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که تسطیح اراضی موجب کاهش نیتروژن کل و فسفر قابل استفاده خاک می‌شود. نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر

بیشتر مطالعات انجام شده توسط محققین داخلی در اراضی تجهیز و نوسازی شده، حاکی از تاثیر منفی عملیات تسطیح اراضی بر ویژگی‌های حاصلخیزی خاک نظیر ماده آلی، فسفر و پتاسیم است (نجفی، ۱۳۸۴؛ یزدانی، ۱۳۸۳؛ شریفی، ۱۳۸۸). نتایج مطالعات برخی از محققین خارجی مانند بری و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد

میزان پتاسیم قابل استفاده خاک در شکل (۱) و جدول (۲) نشان داده. همانطور که این نتایج نشان می‌دهد، میزان پتاسیم قابل استفاده خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۱۵۳/۸ میکروگرم در گرم اندازه‌گیری گردید که بعد از عملیات تسطیح اراضی به ۱۲۰/۸ میکروگرم در گرم کاهش یافت و از نظر آماری (آزمون t) این کاهش معنی‌دار بود. کاهش پتاسیم خاک در اثر تسطیح اراضی را می‌توان با فرضیات ارائه شده در خصوص کاهش فسفر در نتیجه تسطیح اراضی یکسان دانست. یعنی اینکه جابجایی خاک در نتیجه تسطیح اراضی موجب کاهش معنی‌دار غلظت پتاسیم قابل استفاده خاک شده است. نتایج مطالعات بیشتر محققین نشان‌دهنده تاثیر منفی تسطیح اراضی بر میزان پتاسیم خاک بود. دوانگر و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه تاثیر تسطیح اراضی در طرح تجهیز و نوسازی اراضی یک واحد مزرعه‌ای شالیزاری به مساحت ۷۵ هکتار در شهرستان فومن استان گیلان نشان دادند که میانگین متغیرهای کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل استفاده بعد از تسطیح اراضی کاهش یافت به نحوی که غلظت پتاسیم قابل استفاده از ۸۶/۰ میکروگرم در گرم به ۶۸/۷ میکروگرم در گرم (حدود ۲۰ درصد) کاهش نشان داد که این کاهش را به اجرای نامناسب عملیات تسطیح اراضی، عدم جمع‌آوری خاک‌های سطحی و انتقال دوباره آنها به سطح خاک و در معرض قرار گرفتن خاک زیر سطحی بعد از تسطیح مرتبط دانستند. این محققین منبع اصلی فسفر و پتاسیم لایه سطحی خاک را به مصرف کود نسبت می‌دهند و همچنین دلایل اصلی کاهش فسفر و پتاسیم قابل استفاده خاک بعد از عملیات تسطیح را به تحرک کم این دو عنصر و تجمع آن در خاک سطحی مرتبط می‌دانند. تیموتی و استریت (۲۰۰۳) با بررسی چهار واحد مزرعه‌ای متفاوت و در دو سال متوالی نشان دادند که غلظت پتاسیم قابل استفاده در مواضع خاک‌برداری کمتر از مواضع خاک‌ریزی است. شریفی و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه چهار محل از اراضی شالیزارهای اطراف شهرستان رشت و صومعه‌سرا که چهار سال پیش پروژه‌های تجهیز

و نوسازی در آن انجام شده بود و مقایسه آن با اراضی سنتی مجاور به این نتیجه رسیدند که با عملیات تسطیح، عمق خاک سطحی کاهش یافته و خاک زیر سطحی که غالباً از نظر مواد آلی و عناصر غذایی فقیر است در سطح قرار می‌گیرد. با گذشت چهار سال از عملیات تجهیز و نوسازی، مواد آلی و همچنین فسفر و پتاسیم قابل استفاده در اراضی تجهیز و نوسازی شده، کمتر از اراضی سنتی بود به نحوی که غلظت فسفر و پتاسیم قابل استفاده در اراضی سنتی به ترتیب از ۳۰/۳ و ۱۸۱/۳ میکروگرم در گرم به ۲۷/۸ و ۱۵۲/۵ میکروگرم در گرم در اراضی تجهیز و نوسازی شده تفاوت نشان دادند. همچنین این محققین مهمترین دلایل کاهش فسفر و پتاسیم در اراضی تسطیح شده را به: (۱) کم بودن فسفر در خاک تحتانی بدلیل تحرک کم فسفر و پتاسیم و تجمع آن در خاک سطحی، (۲) افزایش تثبیت فسفر و پتاسیم در نتیجه افزایش مقدار رس در خاک تحتانی و (۳) بالا بودن فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها و بخصوص قارچ‌ها در خاک لایه سطحی و افزایش قابلیت استفاده فسفر و پتاسیم نسبت دادند. از سوی دیگر نتایج مطالعات برخی محققین دیگر حاکی از افزایش پتاسیم خاک در نتیجه عملیات تسطیح اراضی می‌باشد. در این خصوص بری و همکاران (۲۰۰۴)، افزایش پتاسیم خاک در نتیجه تسطیح اراضی را این گونه نسبت می‌دهند که بدلیل انتقال پتاسیم به لایه‌های پائین تر، این عنصر عمدتاً در رس‌های ورمیکولیت و ایلیت در افق آرچلیک تمرکز می‌یابد. با برداشتن لایه سطحی، افق آرچلیک در عمق کمتری نسبت به لایه قبل ظاهر شده، بنابر این لایه سطحی جدید حاوی مقادیر بیشتری از پتاسیم هستند.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مقایسه آن با نتایج دیگر محققین می‌توان نتیجه گرفت که فسفر و پتاسیم موجود در لایه سطحی خاک در این مطالعات، عمدتاً مربوط به باقی مانده کودهای مصرف شده طی سالیان متمادی و طولانی می‌باشد که با کم شدن ضخامت

لایه سطحی خاک، لایه سطحی جدید حاوی مقادیر کمتری از این عناصر خواهد شد.

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر میزان شوری (EC) خاک در شکل (۱) و جدول (۱) نشان داده شد. میزان شوری (EC) خاک قبل از عملیات تسطیح اراضی ۰/۷۸ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری گردید که بعد از عملیات تسطیح اراضی به ۰/۸۹ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت اما بر پایه آزمون t معنی‌دار نبود.

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر pH خاک در شکل (۱) و جدول (۱) نشان داده شد. pH خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۷/۳۴ اندازه‌گیری گردید که بعد از عملیات تسطیح اراضی به ۷/۰۶ کاهش یافت و این کاهش بر پایه آزمون t معنی‌دار بود. شارما و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده کردند که میزان هدایت الکتریکی و pH خاک در نتیجه تسطیح اراضی و بیشتر در نقاطی که خاکبرداری شده بود افزایش یافت. پارفیت و همکاران (۲۰۱۴) اظهار داشتند که در نتیجه تسطیح اراضی هدایت الکتریکی خاک از ۰/۵۲ به ۰/۴۶ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. این کاهش را محققین مذکور به خروج املاح از خاک نسبت دادند. بری (۲۰۰۶) نشان داد که در نتیجه تسطیح اراضی، هدایت الکتریکی خاک (EC) و pH در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک افزایش یافت. بری و همکاران (۲۰۰۴) در یک مطالعه دیگر نشان دادند که در نتیجه تسطیح اراضی، هدایت الکتریکی خاک (EC) افزایش معنی‌دار ولی pH کاهش معنی‌دار یافت. مقایسه نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج دیگر محققین بیانگر آن است که بدلیل پویا بودن خاک‌های شالیزاری و تغییرات شدید الکتروشیمی خاک ناشی از نوسانات رطوبتی خاک طی فصول پرباران و یا غرقاب، هدایت الکتریکی و pH خاک نیز دستخوش تغییرات می‌شود.

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر میزان رس خاک در شکل (۱) و جدول (۱) نشان داده شد. میزان رس خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۴۰/۷ درصد و بعد از عملیات تسطیح به ۴۲/۵ درصد افزایش

یافت که بر پایه آزمون t معنی‌دار بود. نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر میزان سیلت و شن خاک در جدول یک نشان داد که این ویژگی‌ها تحت تاثیر عملیات تسطیح اراضی قرار نگرفته است و تفاوت آماری معنی‌دار نشان ندادند. دواتگر و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند که میانگین مقدار رس از ۱۴/۳۱ قبل از تسطیح به ۲۵/۳۰ درصد بعد از تسطیح افزایش یافت. این امر موجب تغییر کلاس بافت خاک از رسی لومی قبل از تسطیح به کلاس بافت خاک رسی سیلتی و کلاس لومی رسی سیلتی بعد از تسطیح گردید. بری و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که تسطیح اراضی باعث افزایش مقدار رس خاک شده ولی کلاس بافت خاک تغییری نکرد. شریفی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که میانگین مقدار رس در اراضی سستی بعد از عملیات تسطیح اراضی در طرح تجهیز و نوسازی تغییر یافت. این محققین افزایش معنی‌دار مقدار رس و کاهش معنی‌دار سیلت که بعد از عملیات تسطیح اراضی اتفاق افتاد را به معرض قرار گرفتن خاک زیر سطحی (حاوی رس بیشتر) در عمق کمتر نسبت به سطح خاک می‌دانند. پارفیت و همکاران (۲۰۱۴) اظهار داشتند که در نتیجه تسطیح اراضی مقدار رس خاک از ۱۴/۳ به ۱۵/۴ درصد افزایش یافت. اونگر و همکاران (۱۹۹۰) نیز نشان دادند که مقدار رس خاک در منطقه خاک‌برداری بیشتر از منطقه خاکریزی بوده، به گونه‌ای که کلاس بافت خاک نیز از لومی رسی در منطقه خاک‌برداری به لومی سیلتی تغییر یافت.

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر میزان کربن آلی خاک در شکل (۱) و جدول (۱) نشان داده شد. میزان کربن آلی خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۲/۱۶ درصد بوده که بعد از عملیات تسطیح اراضی به شکل معنی‌داری (آزمون t) به ۱/۶۲ درصد کاهش یافت. میزان کاهش کربن آلی خاک در این قطعه حدود ۲۵ درصد می‌باشد. پارفیت و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که تسطیح اراضی شالیزاری موجب کاهش ماده آلی خاک به میزان ۲۰ درصد شد. شریفی و همکاران (۲۰۱۴) نشان

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر سطح آزمون عناصر کم مصرف خاک شامل آهن، منگنز، روی و مس در شکل یک و جدول (۱) نشان داده شد. غلظت عناصر کم مصرف خاک تحت تاثیر عملیات تسطیح اراضی قرار نگرفت و تفاوت‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود.

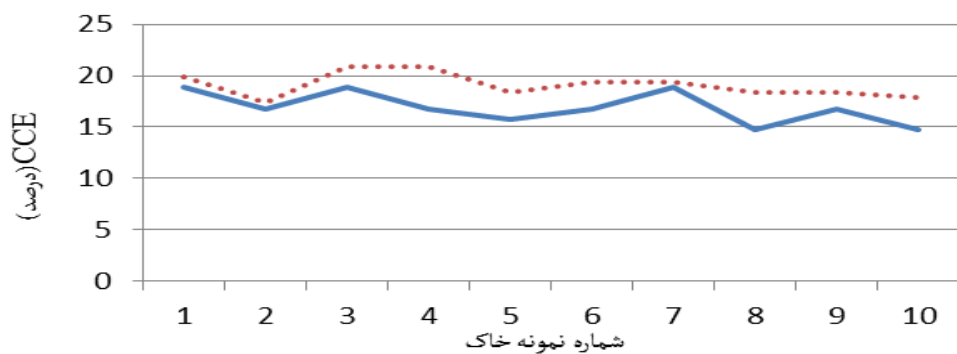
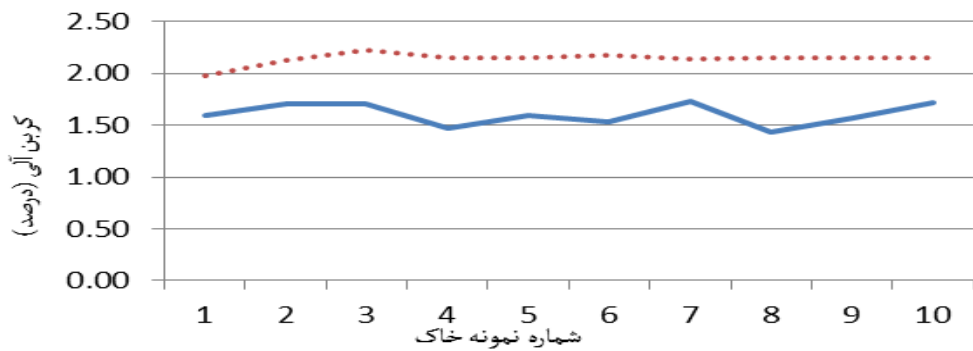
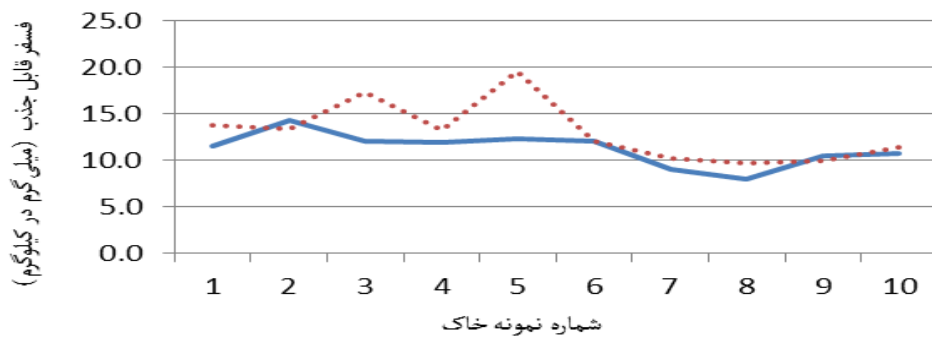
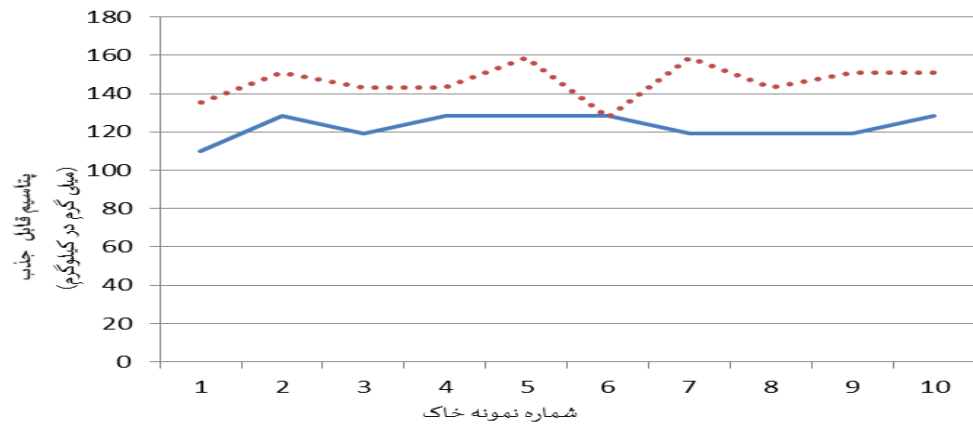
نتایج تجزیه آماری و مقایسه میانگین اثر تسطیح اراضی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و عناصر غذایی خاک در پلات دو (جابجائی خاک به میزان زیاد) طرح یکپارچه‌سازی اراضی در جدول های (۳) و (۴) نشان داده شد. عملیات تسطیح اراضی تاثیر معنی‌داری بر هدایت الکتریکی، pH، آهک و کربن آلی داشت، اما تاثیر آن بر فسفر، پتاسیم، عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) و توزیع ذرات خاک (رس، سیلت و شن) معنی‌دار نبود.

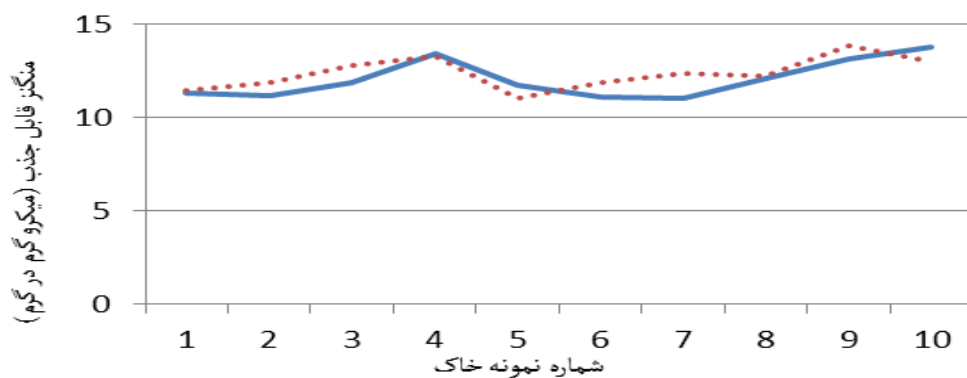
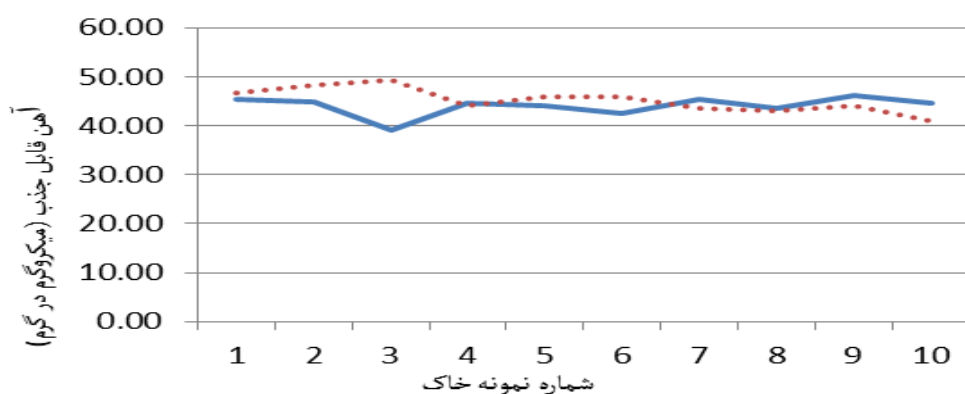
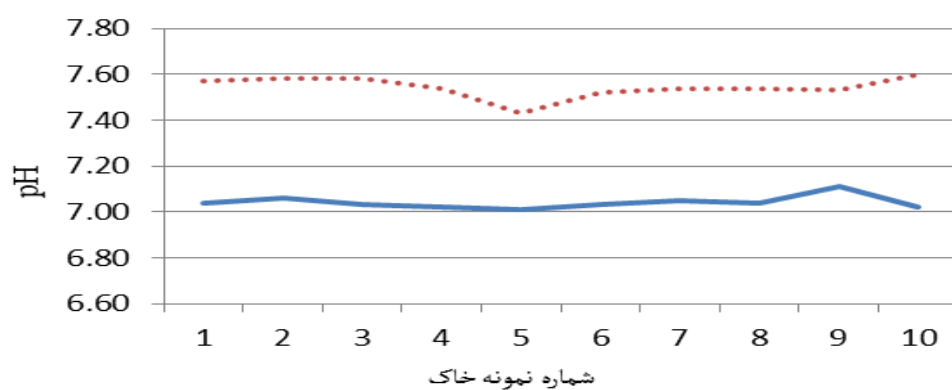
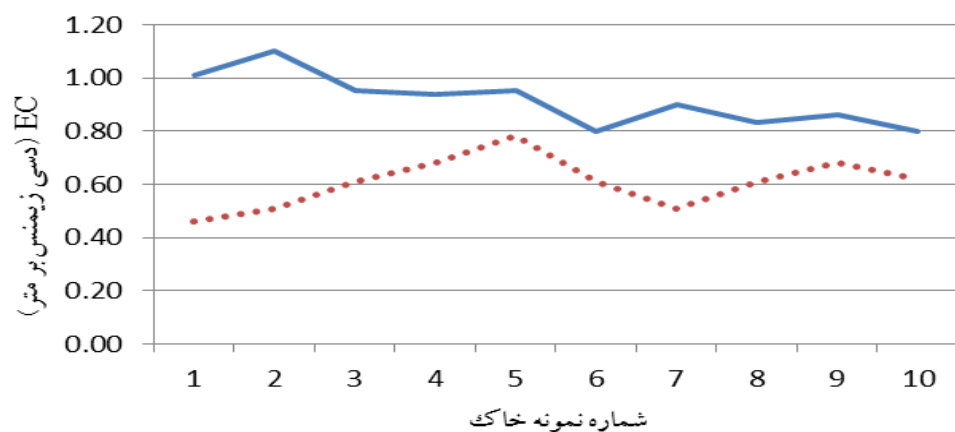
جدول ۳- اثر تسطیح اراضی بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در طرح یکپارچه سازی اراضی پلات دو (حایحائی خاک به میزان زیاد)

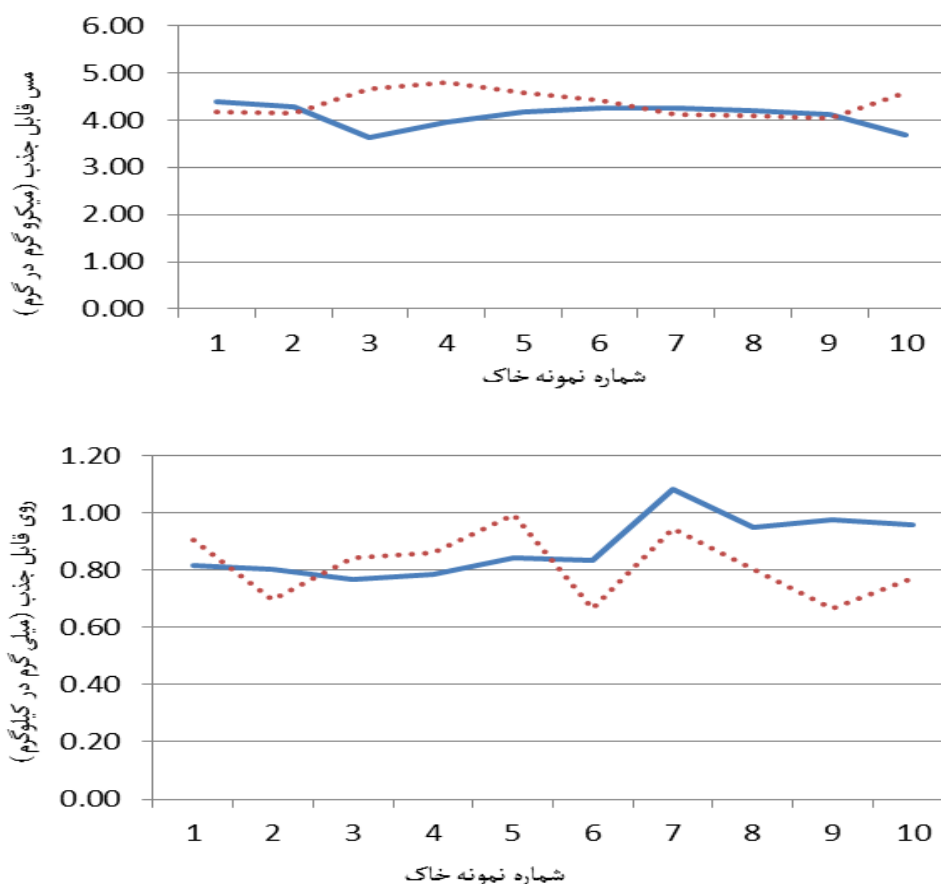
تسطیح اراضی	هدایت الکتریکی خاک (EC)	پ هاش (pH)	رس (Clay)	سیلت (Silt)	شن (Sand)	آهک (CCE)	کربن آلی (OC)
پیش از تسطیح (L _{pre})	۰/۶۱	۷/۵۴	۳۱/۲	۵۹/۰	۹/۸	۱۸/۹	۱/۹۴
بعد از تسطیح (L _{post})	۰/۹۱	۷/۰۴	۳۱/۴	۵۴/۷	۱۳/۹	۱۷/۱	۱/۳۱
تغییرات (Δ)	-۰/۳۰	-۰/۵۰	-۰/۲	۴/۳	-۴/۱	۱/۸	۰/۶۳
درصد تغییرات (Δ%)	۴۹/۱	۶/۶	۰/۶۴	۷/۳	۴۱/۸	۹/۵	۳۲/۴
$\Delta = (L_{post} - L_{pre}) / L_{pre} \times 100$		$\% \Delta = ([L_{pre} - L_{post}] / L_{pre} \times 100)$					

جدول ۴- اثر تسطیح اراضی بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در طرح یکپارچه سازی اراضی پلات دو (جایجائی خاک به میزان زیاد)

تسطیح اراضی	فسفر (P)	پتاسیم (K)	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	روی (Zn)	مس (Cu)
میکروگرم در گرم						
پیش از تسطیح (L _{pre})	۱۱/۵a	۱۰۷/۶a	۴۵/۲a	۱۲/۴a	۰/۸۱a	۴/۱۷a
بعد از تسطیح (L _{post})	۱۳/۶a	۱۰۰/۱a	۴۴/۰a	۱۲/۱a	۰/۸۸a	۴/۰۸a
تغییرات (Δ)	-۲/۱	۷/۵	-۱/۲	۰/۳	-۰/۰۷	۰/۰۹
درصد تغییرات (Δ%)	۱۸/۲	۷/۰	۲/۶	۲/۴	۸/۶	۲/۱
$\Delta = (L_{post} - L_{pre}) / L_{pre} \times 100$ $\% \Delta = (L_{post} - L_{pre}) / L_{pre} \times 100$						







شکل ۲- تاثیر تسطیح اراضی بر برخی ویژگی‌های کیفی خاک قبل از تسطیح () و بعد از تسطیح () در پلات دو (جابجائی خاک به میزان کم تا متوسط)

اراضی از ۷/۵۴ به ۷/۰۴ بعد از عملیات تسطیح اراضی کاهش یافت و این کاهش معنی‌دار بود.

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر توزیع اندازه ذرات خاک (رس، سیلت و شن) در جدول (۳) نشان داده شده است. توزیع اندازه ذرات خاک (رس، سیلت و شن) تحت تاثیر عملیات تسطیح اراضی قرار نگرفته است و تفاوت آنها از نظر آماری معنی‌دار نبود. میزان کربن آلی خاک از ۱/۹۴ درصد پیش از عملیات تسطیح اراضی به ۱/۳۱ درصد بعد از عملیات تسطیح اراضی کاهش یافت و تفاوت آنها معنی‌دار بود. کاهش نسبی کربن آلی در نتیجه تسطیح غیر اصولی اراضی شالیزاری و استفاده از خاک سطحی مرغوب برای جاده-سازی و مرزبندی می‌باشد که این امر بیانگر کاهش نسبی کیفیت خاک در نتیجه اجرای غلط طرح توسط مجریان و پیمانکاران طرح می‌باشد.

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر ویژگی-های مطالعه شده خاک در شکل (۲) و جدول‌های (۳) و (۴) نشان داده شد. غلظت فسفر قابل استفاده خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۱۱/۵ میکروگرم در گرم بود که بعد از عملیات تسطیح اراضی به ۱۳/۶ میکروگرم در گرم افزایش یافت که از نظر آزمون t این افزایش معنی‌دار نبود. غلظت پتاسیم قابل استفاده خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۱۰۷/۶ میکروگرم در گرم به ۱۰۰/۱ میکروگرم در گرم بعد از عملیات تسطیح کاهش یافت که تفاوت آنها از نظر آزمون t معنی‌دار نبود.

میزان هدایت الکتریکی (EC) خاک پیش از عملیات تسطیح اراضی ۰/۶۱ دسی زیمنس بر متر اندازه-گیری گردید که بعد از عملیات تسطیح اراضی به ۰/۹۱ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت و از نظر آماری این افزایش معنی‌دار بود. pH خاک پیش از عملیات تسطیح

نتایج مربوط به تاثیر تسطیح اراضی بر سطح آزمون عناصر کم مصرف خاک شامل آهن، منگنز، روی و مس در شکل (۲) و جدول (۴) نشان داده شده است. همانطور که این نتایج نشان می‌دهد، در این پلات (جابجائی خاک به میزان زیاد) نیز سطح آزمون عناصر کم مصرف خاک تحت تاثیر عملیات تسطیح اراضی قرار نگرفته و از نظر آماری در یک کلاس قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مقایسه آن با نتایج دیگر محققین می‌توان نتیجه گرفت که فسفر و پتاسیم موجود در لایه سطحی خاک در این تحقیقات، عمدتاً مربوط به باقی مانده کودهای مصرف شده طی سالیان متمادی و طولانی می‌باشد که با کم شدن ضخامت لایه سطحی خاک، لایه سطحی جدید در برگیرنده غلظت‌های کمتری از این عناصر خواهد شد. در این تحقیق کاهش نسبی کربن آلی در نتیجه تسطیح غیر اصولی اراضی شالیزاری و استفاده از خاک سطحی مرغوب برای جاده‌سازی و مرزبندی می‌باشد که این امر بیانگر کاهش نسبی کیفیت خاک در نتیجه اجرای غلط طرح توسط مجریان و پیمانکاران طرح می‌باشد.

پیشنهادهای ترویجی

در پایلوت اولیه اجرای طرح یکپارچه‌سازی اراضی با هدایت کارشناسان ژاپنی و در قالب همکاری-های دوجانبه ایران-ژاپن (موسسه کاپیک سابق و مرکز فعلی ترویج و توسعه تکنولوژی هراز) در سال ۱۳۷۱ در روستای سوته شهرستان فریدونکنار انجام شد، ابتدا لایه

خاک سطحی توسط ماشین آلات تسطیح اراضی بصورت جداگانه جمع‌آوری و دپو می‌گردید. بعد از پایان عملیات یکپارچه‌سازی اراضی شامل مرزبندی، احداث نه‌های بین مزارع و جاده‌سازی، تسطیح نهایی داخل هریک از قطعات انجام و سرانجام خاک سطحی دپو شده دوباره به محل اصلی منتقل شدند. این امر موجب حفظ کیفیت خاک محل اجرای طرح شده و خاک ارزشمند سطحی دوباره استفاده می‌شد. در حالی که به نظر می‌رسد مجریان و پیمانکاران فعلی طرح یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری بدون توجه به اصول و پروتکل اولیه این طرح، ۱۰ الی ۲۰ سانتی متر از خاک سطحی اراضی که کیفیت بسیار بالایی برخوردار است را برای مرزبندی و جاده‌سازی بین مزارع استفاده می‌کنند. از این رو توصیه می‌شود کارفرمایان در اجرای پروژه یکپارچه‌سازی توسط مجریان (پیمانکاران) نظارت بیشتری بعمل آورده و با تهیه آزمون خاک پیش و بعد از اجرای طرح، امکان سهل‌انگاری و یا تخلف را به حداقل برسانند.

سپاسگزاری

این تحقیق با اعتبار پژوهشی خاص سازمان جهاد کشاورزی مازندران و با شماره مصوب ۹۰۰۳۷-۱۰-۶۰-۰۴ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انجام شده است که بدین وسیله از تامین اعتبار سازمان جهاد کشاورزی مازندران و مساعی موسسه تحقیقات خاک و آب در تصویب پروژه و اجرای آن در بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران تشکر می‌شود.

فهرست منابع

۱. آشکار آهنگرکلایی، م. ع.، ح. اسدپور و ع. علی‌پور. ۱۳۸۵. بررسی نگرش کشاورزان به طرح یکپارچه‌سازی اراضی در شالیزارهای مازندران، مطالعه موردی روستای گلیرد شهرستان جویبار. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۱۳۵:۵۵-۱۵۳.
۲. امیرنژاد، ح. ۱۳۷۸. بررسی تأثیرات سیاست یکپارچه‌سازی اراضی بر تولید برنج، مطالعه موردی حوزه آبریز هراز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۳. امیرنژاد، ح. و ح. رفیعی. ۱۳۸۸. بررسی عوامل مؤثر در پذیرش یکپارچه‌سازی اراضی شالیکاران در روستاهای منتخب استان مازندران. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. شماره چهل و هشتم. ص ۳۲۹-۳۳۸.
۴. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران. ۱۳۹۸. <http://jkmaz.ir/ShowDetailsDocument?DocId=74436>. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران. ۱۳۸۷. اداره آمار و اطلاعات.
۵. شریفی، آ. ۱۳۸۸. ارزیابی تاثیر تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری بر کیفیت خاک در برخی از مناطق استان گیلان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
۶. دوات گر، ن. م. شکوری کتیگری و م. یزدانی. ۱۳۹۱. ارزیابی اثر عملیات تسطیح اراضی بر تغییرات مکانی برخی ویژگی‌های مرتبط با حاصلخیزی خاک‌های شالیزاری. مجله‌ی دانش آب و خاک، جلد ۲۲، شماره ۳، صفحه‌های ۴۱ تا ۵۴.
۷. وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۵. اداره کل آمار و اطلاعات، تهران.
۸. نجفی، غ. ۱۳۸۴. یکپارچه‌سازی اراضی شالیزاری (مفاهیم، اهداف، عناصر و تاثیرات)، وزارت جهاد کشاورزی، مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز.
۹. یزدانی، م. ۱۳۸۳. ارزیابی طرح‌های تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری. مجموعه مقالات اولین کارگاه آموزشی مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری.
۱۰. یعقوبی، م. و ر. کبیری. ۱۳۷۷. تحلیلی بر شیوه‌های کاربردی یکپارچه سازی اراضی شالیزاری. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۱۱. یعقوبی، م. و م. یعقوبی. ۱۳۸۶. روش های تجربی مفید در اجرای شبکه‌های آبیاری و زهکشی در اراضی شالیزار. دومین کنفرانس ملی تجربه های ساخت تاسیسات آبی و شبکه های آبیاری و زهکشی. دانشگاه تهران.
12. Brye, K.R., N.A. Slaton, and R.J. Norman. 2006. Soil physical and biological properties as affected by land leveling in a clayey Aquert. Soil Science Society of America Journal. 70:631-642.
13. Brye, K.R. 2006. Soil biochemical properties as affected by land leveling in a clayey Aquert. Soil Science Society of America Journal. 70:1129-1139.
14. Brye, K.R., N.A. Slaton, and R.J. Norman. 2005. Penetration resistance as affected by shallow-cut land leveling and cropping. Soil and Tillage Research. 81:1-13.
15. Brye, K.R., N.A. Salton, M. Mozaffari, M.C. Savin, R.J. Norman, and D.M. Miller. 2004. Short-term effects of land leveling on soil chemical properties and their relationship with microbial biomass. Soil Science Society of America Journal. 68:924-934.
16. Brye, K.R., N.A. Salton, M.C. Savin, R.J. Norman, and D.M. Miller. 2003. Short-term effects of land leveling on soil physical properties and microbial biomass. Soil Science Society of America Journal. 67:1405-1417.
17. Doberman, A., and T. Oberthar. 1999. Fuzzy mapping soil fertility: a case study on irrigated rice land in the Philippines. Geoderma. 77:317-339.
18. Eck, H.V. 1987. Characteristics of exposed subsoil-at exposure and 23 years later. Agronomy Journal. 79: 1067-1073.
19. Jat, M.L., R. Gupta, Y.S. Saharawat, and R. Kholsa. 2011. Layering precision land leveling and furrow irrigated raised bed planting: productivity and input use efficiency of irrigated bread wheat in indogangetic plains. American Journal of Plant Sciences. 2:578-588.
20. Miller, D.M. 1990. Variability of soil chemical properties and rice growth following land leveling. Arkansas Farm Research. 39:1-4.

21. Parfitt, J.M.B., L.C. Timm, K. Reichardt, L.F.S. Pinto, E.A. Pauletto, and D.D. Castilhos. 2013. Chemical and biological attributes of a lowland soil affected by land leveling. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 48(11): 1489-1497.
22. Parfitt, J.M.B., L.C. Timm, K. Reichardt, and E.A. Pauletto. 2014. Impacts of land leveling on lowland soil physical properties. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 38:315-326.
23. Sharifi, A., M. Gorji H. Asadi, and A.A. Pourbabaee. 2014. Land leveling and changes in soil properties in paddy fields of Guilan province, Iran. *Paddy and Water Environment*. 12(1): 139-145.
24. Sharma, P., P. Singh, R. Prasad, A.K. Tiwari, and R.P. Yadav. 2010. Land leveling effects on soil properties and crop productivity. *Indian Journal of Soil Conservation*. 38 (3): 173-177
25. Timothy, W., and J.E. Street. 2003. Rice fertilization. Pp. 1341-1136. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. MJSS.
26. Unger P.W, L.J. Fulton, and O.R. Jones. 1990. Land-leveling effects on soil texture, organic matter content, and aggregate stability. *Journal of Soil and Water Conservation*. 45(3):412-415.
27. Walker, T.W., W.L. Kingry, J.E. Street, M.S. Cox, J.L. Pblham, P.D. Gerard, and F.X. Hang. 2003. Rice yield and soil chemical properties as affected by precision land leveling in alluvial soils. *Agronomy Journal*. 95:1483-1488.

تحلیلی بر نقش مزارع خرد در امنیت غذایی و کارکردهای اجتماعی-فرهنگی و محیط زیستی آنها

فاطمه عسکری بزیاه^۱، اصغر طهماسبی، پریسا محمدپور و حمید غلامی فخبی

محقق بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، رشت، ایران. f.askari@areo.ir

استادیار جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران. asghar@khu.ac.ir

استادیار بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، رشت، ایران. Arezo_ebadat@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، رشت، ایران. hamid.gholami45@yahoo.com

دریافت: تیر ۱۳۹۹ و پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

موضوعات مطرح شده در زمینه ویژگی‌ها و کارکردهای مزارع خرد در سطح بین‌المللی و منطقه‌ای شاهد تغییر در نحوه نگرش به کشاورزی خرد و خانوارهای دهقانی است. به دیگر سخن، مزارع خرد به جای اینکه به عنوان یکی از عوامل فقر و گرسنگی در نظر گرفته شود به راه‌حل محوری آن تبدیل شده است. با این حال، کشاورزی خرد با چالش‌های روز افزون متعددی همچون گسترش تعاملات و رقابت اقتصادی، اقتصاد بازار و کشاورزی تقاضا محور، و قیمت جهانی پایین‌تر محصولات تولید شده در مزارع بزرگ مقیاس، مواجه می‌باشد و آینده آن موضوع مورد بحث مجامع علمی و سیاستگذاری در جهان است. از سویی، موافقان کشاورزی خرد بر کارکردهای آن از لحاظ امنیت غذایی، بهره‌وری تولید، مقابله با فقر، تنوع بخشی به مزارع، و منافع محیط‌زیستی و اجتماعی و فرهنگی تاکید می‌کنند که در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است. رفع تحریفات سیاستی ضد کشاورزی خرد، به رسمیت شناختن اجتماعی این نوع کشاورزی، توسعه راهبرد بازار، تشویق کشاورزی پاره وقت، پرداخت به ازای دریافت خدمات اکوسیستم و ارائه خدمات عمومی محلی به کشاورزان از جمله مواردی است که در زمینه ترویج و ابقای کشاورزی خرده‌پا پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: کشاورزی خرد، کشاورزی خانوادگی، مزارع خرد

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

مقدمه

سازمان ملل متحد سال ۲۰۱۴ را سال بین‌المللی کشاورزی خانوادگی^۲ اعلام کرد تا اهمیت کشاورزی خانوادگی را در کاهش فقر و بهبود امنیت غذایی جهانی به رسمیت بشناسد. هدف از این برنامه، ترویج سیاست‌های توسعه‌ای جدید به ویژه در سطح ملی و همچنین منطقه‌ای است که به کشاورزان خرده‌پا و خانوادگی کمک می‌کند تا گر سنگی را ریشه‌کن کنند، فقر رو ستایی را کاهش دهند و نقش عمده‌ای در امنیت غذایی جهان از طریق تولید کشاورزی خرد پایدار ایفا نمایند (ایفاد، ۲۰۱۴)؛ بنابراین، در سال‌های اخیر، توجه جوامع کشاورزی و توسعه جهانی به کوچک‌ترین مزارع جهان معطوف شده است و روز به روز بر تعداد شواهدی مبتنی بر این که مزارع خرد و خانوادگی برای تغذیه کره زمین بسیار مهم هستند افزوده شده است (سامبرگ و همکاران، ۲۰۱۶). بسیاری عقیده دارند که موفقیت سیاست‌های کاهش فقر، امنیت غذایی و حفاظت از تنوع زیستی و منابع طبیعی به مشارکت و همکاری کشاورزان کوچک بستگی دارد (لودر و همکاران، ۲۰۱۶؛ فائو، ۲۰۱۴). در مورد نقش کشاورزی در تغذیه ۷/۲ میلیارد، هر چند ابتدا نظام‌های بزرگ‌مقیاس صنعتی و کارآمد که تولیدات بسیار بالایی دارند و محصول خود را به سراسر جهان عرضه می‌نمایند مد نظر قرار می‌گیرند و دارای اهمیت هستند، اما تنها یکی از عناصر تشکیل‌دهنده کشاورزی بوده و افراد و عناصر متعددی خارج از کشاورزی صنعتی غذای جهان را تولید می‌کنند. برای مثال از ۵۷۰ میلیون مزرعه در سراسر جهان که ۸۳ درصد از آن در کشورهای جنوب صحرائی آفریقا (۹ درصد) و آسیا (۷۴ درصد) واقع شده‌اند، ۴۷۵ میلیون مزرعه به کشاورزان خرده‌پا تعلق دارد که کمتر از دو هکتار زمین در اختیار دارند. این زارعین خرده‌پا برخی از کالاهای اساسی مورد مصرف جهان را تولید می‌کنند و بیش از ۷۰ درصد از کالری موجود را برای مردمی که در آسیا و جنوب صحرائی آفریقا زندگی می‌کنند، تامین

می‌نمایند؛ اما بسیاری از این کشاورزان فقیر هستند و تا حدی نادیده گرفته می‌شوند (فانزو، ۲۰۱۸). با این وجود به نظر می‌رسد که در سال‌های اخیر بسیاری از کشورها و سازمان‌های بین‌المللی بر اهمیت و نقش توسعه کشاورزی در رشد اقتصادی و کاهش فقر تاکید داشته‌اند. در این ارتباط پروفیسور ایگرد، تحلیلگر و استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه کلمبیا اذعان دارد که در سال‌های اخیر در بسیاری از نقاط مختلف جهان آگاهی و درک ارزش‌های کشاورزی سنتی و خانوادگی برای تضمین امنیت غذایی جهانی افزایش یافته و آمریکا، کانادا و استرالیا متحدان کمی برای دفاع از اهمیت کشاورزی صنعتی برای جلوگیری از گرسنگی عظیم در آینده پیدا کرده‌اند (ایگرد، ۲۰۱۴). با این وجود کشاورزی خرد به طور فزاینده‌ای با چالش‌های یکپارچگی، جهانی شدن، کشاورزی تقاضامحور و قیمت‌های پایین جهانی و بازار مواجه بوده و نیازمند سازگاری با فضاهای جدید می‌باشد. علاوه بر آن، کشاورزان خرده‌پا با کاهش شدید عرضه خدمات اساسی عمومی ناشی از اصلاحات سیاستی جدید، آزادسازی بازار و همچنین موانع بودجه‌ای و ظرفیتی مواجه بوده و محدودیت‌های زیادی برای آنها در سطح ملی و جهانی ایجاد می‌شود. لذا ضروری است که ظرفیت‌ها و کارکردهای کشاورزی خرد به دقت مورد موشکافی و تحلیل قرار گرفته و موانع و محدودیت‌های پیش روی آن مورد بررسی قرار گیرد. کشاورزی کوچک مقیاس غالباً، با واژه‌های کشاورزی خرده‌پا، کشاورزی خانوادگی، کشاورزی معیشتی، کشاورزی دارای فقر منابع، کشاورزی کم درآمد، کشاورزی کم نهاده، یا کشاورزی با فناوری پایین نامیده می‌شود (ناگایات، ۲۰۰۵). با این وجود، هیچ یک از این ویژگی‌ها چندان مبین کارکردهای اصلی این نوع مزارع نمی‌باشد و در پژوهش حاضر به کارکردهای مختلف اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی و محیط زیستی متنوع برای حمایت از این شیوه کشاورزی پرداخته می‌شود.

^۲- The International year of family farming

تعریف مزارع خرد

هیچ تعریف جامع و قابل قبول همگان از مزارع خرد وجود ندارد. "خرد" ممکن است به تعداد کارگران، سرمایه به کار گرفته و یا اندازه زمین اشاره داشته باشد. اندازه زمین معیاری است که بیش تر مورد استفاده قرار می گیرد. به طور کلی، مشخصه کشاورزان خرده پا "در حاشیه ماندن" از نظر دسترسی به منابع تولید، عدم دسترسی مناسب به اطلاعات و فناوری، میزان سرمایه و دارایی کشاورز می باشد که تنوع زیادی به لحاظ کاربرد هریک از موارد فوق در کشورها وجود دارد (ایفاد و یو ان ای پی، ۲۰۱۳). لیپتون (۲۰۰۵) مزارع خانوادگی را به عنوان "واحدهای عملیاتی که عمده نیروی کار و سرمایه گذاری آن از طریق خانواده کشاورز تامین و بخش عمده ای از زمان اشتغال در مزرعه سپری می شود" تعریف می نماید. راهبرد روستایی بانک جهانی (۲۰۰۳)، کشاورزان خرده پا را با دارایی های پایه اندک تعریف می کند که در کمتر از دو هکتار اراضی زراعی به فعالیت می پردازند. دیکسون و همکاران (۲۰۰۴) کشاورزی خرد را با تخصیص منابع محدود در مقایسه با سایر کشاورزان همان بخش تعریف می کنند که ممکن است بین کشورها و نواحی کشاورزی-زیست محیطی، با یکدیگر متفاوت باشد. کشاورزی خرد مطابق با تعریف ایفاد (۲۰۱۱) می تواند در طی زمان و با توجه به اهمیت متناسب به کشاورزی خرد در جوامع متفاوت باشد. به عنوان مثال، در اغلب کشورهای آسیایی و آفریقایی به افرادی که دو هکتار یا کمتر از آن زمین داشته باشند، کشاورز خرده پا گفته می شود، در حالی که در برزیل یک کشاورز خرده پا می تواند تا ۵۰ هکتار زمین داشته باشد، در ایالات متحده، به کشاورزانی که حجم کل فروش سالانه آنها از ۲۵۰ هزار دلار تجاوز نمی کند، کشاورز خرده پا گفته می شود (فولی، ۲۰۱۳). گراب و همکاران (۲۰۱۵) کشاورزی خرد را نوعی از کشاورزی تعریف می کنند که توسط گروه های خانوادگی اداره می شوند، بخش اعظمی از آنها تحت

سرپرستی زنان است و زنان نقش مهمی در فعالیتهای تولید، فرآوری و بازاریابی دارند. با وجود چالش های فراوان در تعریف و داده ها، واضح است که کشاورزی خرد در واقع یک واقعیت در تمام کشورها و مناطق است و تعداد زیاد کشاورزان خرده پا در جهان موضوعی متعارف است و نمی توان به عنوان یک مانع به آن نگاه کرد (ایفاد، ۲۰۱۱).

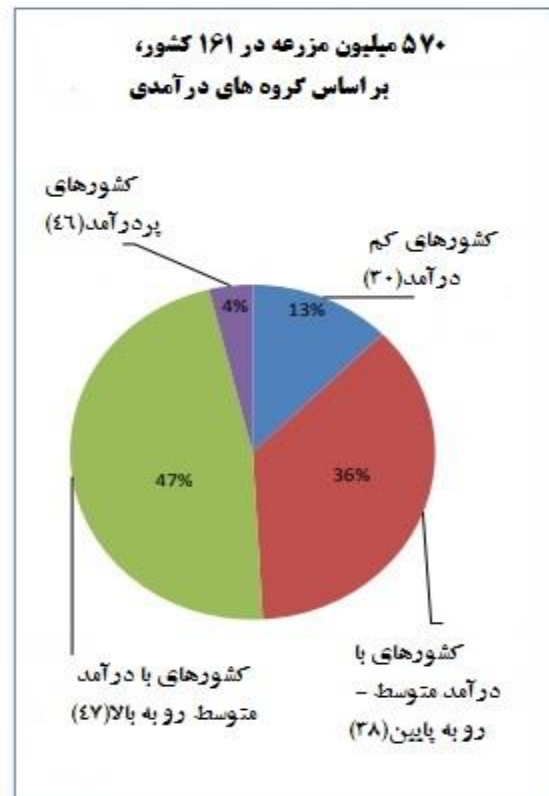
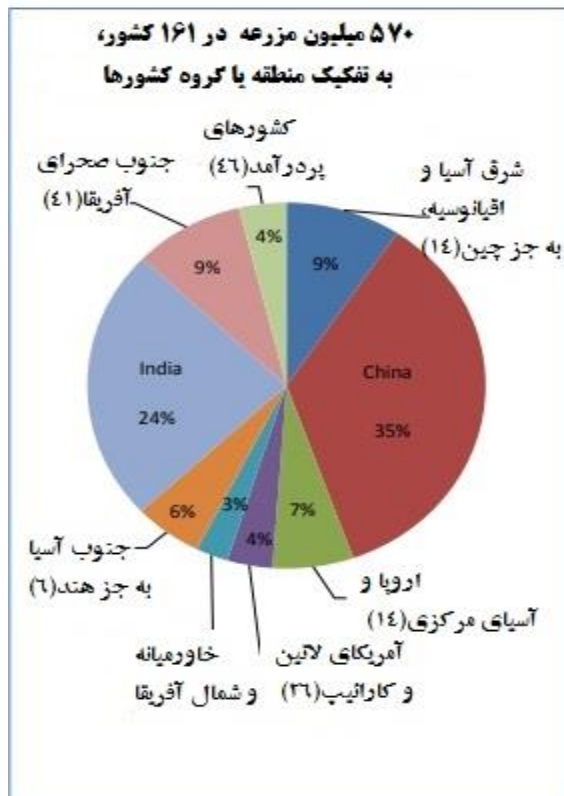
وضعیت مزارع خرد در جهان و ایران

قریب ۸۵ درصد از مزارع دنیا دارای سطح زیر کشت کمتر از دو هکتار هستند و اکثریت این مزارع (۸۷ درصد) در قاره آسیا قرار دارند. همچنین قاره های آفریقا، اروپا و آمریکا به ترتیب با مقادیر هشت، چهار و یک درصد در سطوح بعدی قرار دارند. توزیع اراضی کشاورزی در سطح جهانی کاملاً نابرابر به نظر می رسد، اما این امر همچنین در کشورهای با درآمد پایین و متوسط رو به پایین و همچنین برخی گروه های منطقه ای بیشتر است. متوسط اراضی کشاورزی در کل دنیا ۸/۷ هکتار است که این مقدار در کشورهای آسیایی، آفریقایی، اروپایی، آمریکای مرکزی، آمریکای جنوبی و آمریکای شمالی به ترتیب برابر ۱/۰۶، ۱/۳، ۱۴/۷، ۲۲/۲، ۵۰/۷ و ۱۸۶ هکتار است (شوکتی و همکاران، ۱۳۹۷). در سال ۲۰۱۶، چندین مطالعه، سهم خرده مالکان و مزارع خانوادگی را در محصولات جهانی و تولید مواد غذایی ارزیابی کردند. لودر اولین کسی بود که گزارشی از روند جهانی اندازه مزارع از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰ مستخرج از ۱۶۷ کشور جهان در سرشماری جهانی کشاورزی تهیه کرد. آنها دریافتند که مزارع کوچک (که به عنوان زیر دو هکتار شناخته می شوند) اگرچه تنها ۱۲ درصد از اراضی کشاورزی موجود در جهان را تشکیل می دهند، اما ۸۴ درصد از تمامی اراضی جهان را نمایندگی می کنند (ریکاردی و همکاران، ۲۰۱۸) (رجوع شود به شکل ۲).

شکل (۱) توزیع ۵۷۰ میلیون مزرعه در ۱۶۱ کشور جهان را بر اساس گروه های درآمدی و به تفکیک منطقه نشان می دهد. از کل مزارع مورد مطالعه فائو

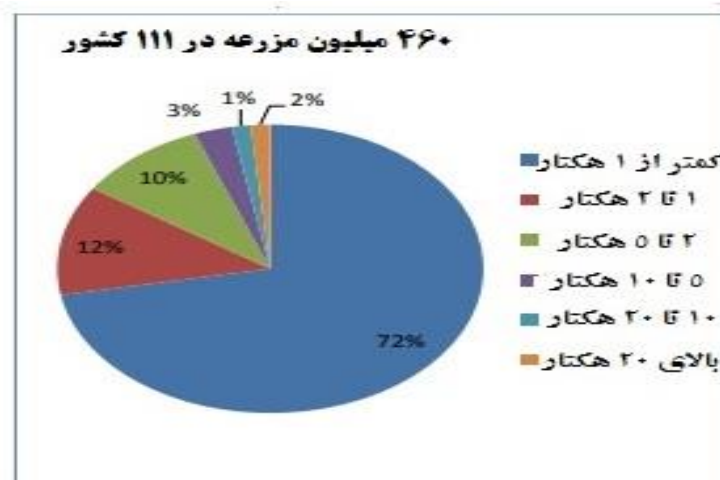
آمریکای لاتین و کاراییب، از مزارع دنیا تنها چهار درصد است. اکثر مزارع در کشورهای با درآمد متوسط روبه پایین یا درآمد متوسط رو به بالا (به ترتیب ۳۶ و ۴۷ درصد) واقع شده‌اند. ۱۳ درصد مزارع در کشورهای کم درآمد بوده و مزارع خرد کشورهای پردرآمد چهار درصد از کل مزارع جهان را تشکیل می‌دهند (شکل ۲).

(۲۰۱۴)، ۷۴ درصد در شرق آسیا و اقیانوس آرام یا جنوب آسیا واقع شده‌اند. چین به تنهایی ۳۵ درصد و هند ۲۴ درصد از ۵۷۰ میلیون مزرعه را در خود جای می‌دهند. نه درصد از مزارع در جنوب صحرای آفریقا و هفت درصد در اروپا و آسیای مرکزی واقع شده‌اند. تنها سه درصد از مزارع جهان در خاورمیانه و شمال آفریقا بوده و سهم



توجه: تعداد کشورها در پرازنز نشان داده شده است

شکل ۱- جدیدترین مشاهده سهم مزارع در سراسر جهان، بر اساس گروه کشورها (فائو، ۲۰۱۴)



شکل ۲- سهم مزارع در سراسر جهان، به تفکیک اندازه اراضی (فائو، ۲۰۱۴)

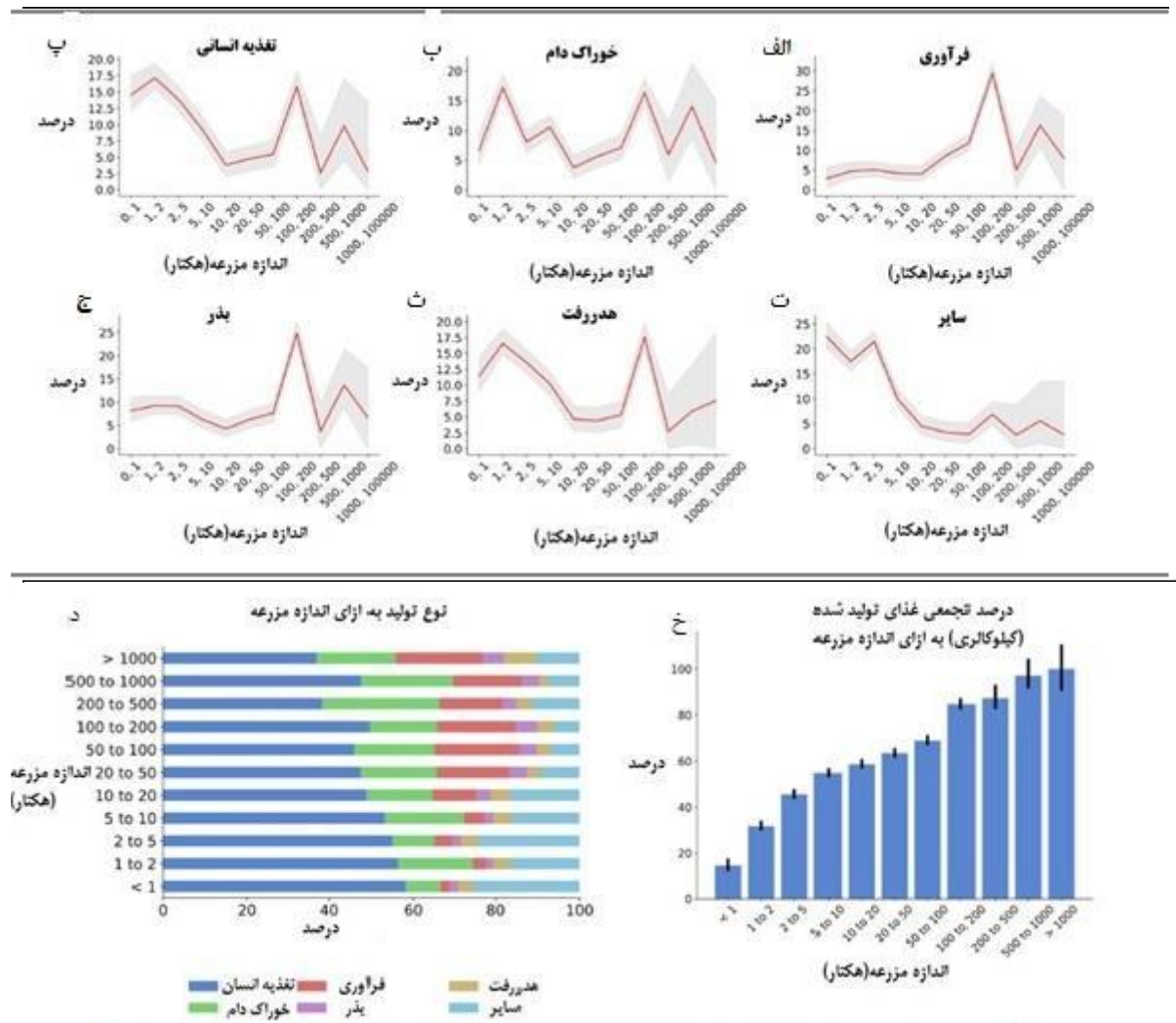
مزارع خرد و امنیت غذایی

کشاورزی خرد به طور راهبردی به امنیت غذایی کمک می‌کند. در برزیل، ۵۸ درصد از کل شیر تولیدی توسط "کشاورزی خانگی" تولید می‌شود؛ که این رقم برای مرغ و گوشت خوک به ترتیب ۵۰ درصد و ۵۹ درصد است. برای قهوه سهم خرده مالکان ۳۸ درصد است، برای ذرت ۴۶ درصد، برای لوبیا به ۷۰ درصد و برای کاساوا ۸۷ درصد برآورد شده است (پانل عالی خبرگان امنیت غذایی و تغذیه^۳، ۲۰۱۳). دو گروه اندازه مزارع (۱ - ۰ هکتار) و (۲ - ۱ هکتار) بیشترین سهم را در تولید جهانی مواد غذایی در مقایسه با سایر اندازه‌ها دارند. مزارع کمتر از دو هکتار، ۲۸-۳۱ درصد از کل تولید محصولات زراعی و ۳۰-۳۴ درصد از عرضه جهانی غذا را بر عهده دارند (شکل ۳ الف-د^۴). این سهم، با توجه به این که این مزارع تنها ۲۴ درصد از کل سهم برداشت شده جهانی را به خود اختصاص می‌دهند، کمی بیشتر از سهم سایر گروه‌های اندازه مزارع است که نشان می‌دهد کشاورزان خرد نسبت به مزارع بزرگتر دارای نظام فشرده‌تری از تولید و عملکرد بیش‌تر محصول می‌باشند. همچنین، این مزارع بیشترین درصد (۵۵-۵۹) از تولید خود را در مقایسه با سایر گروه‌های اندازه مزرعه به تولید کالاهای مورد مصرف در تغذیه انسان اختصاص می‌دهند (شکل ۳ د). در حالی که عمده تولید مزارع بزرگتر به تولید کالاهای مورد مصرف در تغذیه دام و بخش فرآوری

اختصاص می‌یابد. مزارع بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ هکتار بیشترین میزان تولید خود را به تولید خوراک دام تخصیص می‌دهند که ۲۹-۱۶ درصد تخمین زده شده است، در حالی که این رقم برای مزارع خرد به میزان ۱۶-۱۲ درصد برآورد شده است. همچنین، اگرچه، در نگاه اول، چنین استنباط می‌شود که مزارع زیر دو هکتار با ۲۸/۱ درصد، بیشترین سهم را در میزان هدر رفت تولید (هدر رفت در مزرعه و پس از برداشت) دارند در حالی که کل هدررفت مزارع در حدود ۳۰-۲۶ درصد برآورد شده است (شکل ۳ ث)، این سهم، عمدتاً ناشی از سهم بیشتر این گروه اندازه مزرعه در تولید کل محصول است و بنابراین می‌توان گفت که هدر رفت مزارع خرد تنها چهار درصد از میزان کل هدر رفت در این گروه از اندازه مزرعه است که به طور کل بین ۶/۱-۲/۳ درصد برآورد شده است. در صورتی که مزارع با اندازه بزرگتر با هدررفت بیش‌تری از محصولات کشاورزی مواجه هستند و ائتلاف محصولات کشاورزی در مزارع بزرگ مقیاس بین ۰ تا ۱۸/۵ درصد برآورد شده است و مزارع بالای هزار هکتار دارای ائتلافی در حدود ۷/۵ درصد می‌باشند. با این حال، عدم قطعیت‌های فراوان نشان می‌دهد که تنوع قابل توجهی در مزارع بزرگ وجود دارد و به روند مشاهده شده بین اندازه مزرعه و میزان هدر رفت محصولات در سطح جهانی چندان نمی‌توان اتکا نمود. سهم تمامی گروه‌های اندازه مزرعه در تولید بذر تقریباً یکسان است و میانگین آن بین دو تا پنج درصد است (شکل ۳ ج).

^۴ -ارقام به شکل مطلق و تجمعی بیان شده است.

^۳ - the High level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HELPE)



شکل ۳ (الف-ج) - توزیع تولید کل محصولات زراعی جهانی (به کیلوکالری) در گروه های مختلف اندازه مزرعه به تفکیک مصارف مختلف. خاکستری نشان دهنده فواصل اطمینان ۹۵ درصد و قرمز نشان دهنده میانگین است. (د) نوع تولید به ازای اندازه مزرعه و (خ) درصد جمعیتی غذای تولید شده به ازای اندازه مزرعه را به نمایش می گذارد (ریکاردی و همکاران، ۲۰۱۸)

مزارع خرد و بهره‌وری تولید

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که بهره‌وری مزارع خرد در هر هکتار در مقایسه با مزارع بزرگ بیشتر است (فدر، ۱۹۸۵؛ بارت، ۱۹۹۳؛ بانرجی و همکاران، ۱۹۹۸؛ روزت، ۱۹۹۹؛ بوراس و همکاران، ۲۰۰۷) و از لحاظ منابع نیز کارآمدتر هستند (آلتریوکوهافن، ۲۰۰۸). کشاورزی خرد اغلب بهره‌وری قابل توجهی را نشان می‌دهد. بسیاری از محصولات زراعی با ارزش بالا، به عنوان مثال، کائوچو و میوه و سبزیجات که مستلزم نیروی کار زارع هستند، در کشاورزی خرد مالکی به خوبی توسعه یافته، در مقایسه با

سایر انواع کشاورزی، عملکرد بیشتری دارند (پانل عالی خبرگان امنیت غذایی و تغذیه، ۲۰۱۱) که علت آن ساختار تشویقی مناسب در کشاورزی خویش-کارفرما و هزینه‌های معاملاتی قابل توجه و نظارت بر نیروی کار است (پانل عالی خبرگان امنیت غذایی و تغذیه، ۲۰۱۳). بر اساس برنامه جهانی فائو برای سرشماری کشاورزی، چین نزدیک به ۲۰۰ میلیون زمینداری^۵ دارد و طبق گفته دن (۲۰۰۶) دارای حداقل ۲۵۰ میلیون مزارع خانوادگی کوچک می‌باشد؛ تنها ۱۰ درصد از کل زمین‌های کشاورزی که در سطح جهانی موجود است را پوشش می‌دهند و ۲۰

^۵ - landholding

درصد کل مواد غذایی جهان را تولید می‌کنند. این یک نشانه مهم از بهره‌وری است که ممکن است در کشاورزی خرده پا به دست آید. بازده محصولات غذایی در هکتار (اندازه گیری به دلار بین‌المللی) در مزارع خرد به طور قابل توجهی بالاتر از مزارع بزرگتر است. به عنوان مثال عایدی در هکتار یک کشاورز خرده پا در کنیا که به طور

متوسط ۰/۴۷ هکتار است، بیشتر از کشاورزی است که در یک زمین دو هکتاری فعالیت می‌نماید (۸۸۸ دلار در هر سال در مقایسه با ۳۳۰ دلار). در ویتنام، یک خرده مالک از لحاظ درآمد در هر هکتار بیش از سه برابر سایر کشاورزان تولید می‌کند (راپسومینیک، ۲۰۱۶) (جدول ۱).

جدول ۱- تولید در هکتار مزارع خرد و سایر مزارع (به دلار بین المللی در هر سال) (فائو، ۲۰۱۴)

کشور	مزارع خرد	سایر مزارع
کنیا	۸۸۸	۳۳۰
اتیوپی	۱۲۲۸	۹۳۹
تانزانیا	۷۸۰	۲۸۱
بنگلادش	۴۹۵۷	۲۱۴۷
ویتنام	۴۳۷۵	۱۱۸۷
نپال	۲۵۷۶	۱۰۱۶
نیکاراگوئه	۹۱۰	۱۴۹
بولیوی	۲۳۴۴	۵۶۰

بسیاری از مطالعات انجام شده در جنوب آسیا حاکی از وجود رابطه معکوس بین اندازه مزارع و بهره‌وری آنها در این مناطق می‌باشد که نشان می‌دهد مزارع خرد کارآمدتر از مزارع بزرگ هستند (هلبرت، ۱۹۹۸ و لیپتون، ۲۰۰۹). در جنوب صحرای آفریقا نیز به نظر می‌رسد که رابطه معکوس بین بهره‌وری مزارع و متراکم شدن تدریجی نظام‌های کشاورزی پدیدار شده است (لارسن و همکاران، ۲۰۱۴). به گفته هایامی (۲۰۰۹، ۲۰۱۰) برای محصولات زراعی تجاری در آسیا، مانند نیشکر و آناناس، تولید تحت شرایط نظام دهقانی (به عنوان مثال، تایلند) در مقایسه با نظام کشت و زرع بزرگ (به عنوان مثال، فیلیپین) سریعتر رشد کرده است. این مشاهدات حاکی از کارایی بالاتر تولید مزارع خرد نسبت به مزارع بزرگ، حتی در تولید محصولات تجاری کشاورزی است. علاوه بر این، باید خاطر نشان کرد که فناوری انقلاب سبز به سرعت توسط هر دو نوع کشاورز (کوچک و بزرگ) در مناطق استوایی

آسیا پذیرفته شده که در رشد درآمد، کاهش فقر و امنیت غذایی نقش داشته است (اتسوکا و همکاران، ۲۰۰۹؛ دیوید و اتسوکا، ۱۹۹۴). به همین دلیل است که مزارع خانوادگی کوچک در سراسر آسیا پراکنده شده‌اند و عمده نظام کشاورزی این منطقه را تشکیل می‌دهد، البته استثنائات بسیار اندکی نیز وجود دارند. لازم به ذکر است که برای اداره مزارع بزرگ، کارگران دست‌مزدی باید به کار گرفته شوند، در حالی که مزارع کوچک عمدتاً به کار خانواده متکی هستند. از این‌رو، راندمان پایین تولید مزارع در مقیاس بزرگ در آسیا را می‌توان به هزینه نظارت بالای کارگران استخدامی در محیط‌های کشاورزی جدا و پراکنده از هم نسبت داد. با این‌حال، راندمان بالاتر تولید مزارع کوچک، حتماً به معنای وجود رابطه معکوس بین اندازه مزرعه و کارایی تولید نیست، زیرا در صورت کارآمدی بازار زمین، این مشکل بر طرف و فعالیت‌های کشاورزی از مزارع بزرگ ناکارآمد به مزارع کوچک و کارآمد هدایت

خواهند شد (اتسوکا و همکاران، ۲۰۱۶). با این حال، نتایج عملکرد این نوع مزارع متفاوت می‌باشد: بهره‌وری بالاتر و سود آوری برای محصول غلات و نیشکر ثبت شده است در حالی که عکس این عملکرد برای کاکائو گزارش شده است (فولی، ۲۰۱۳).

مزارع خرد، مانعی در برابر فقر و تنگدستی

کاستوف و لینگارد (۲۰۰۲) استدلال می‌کنند که کشاورزی معیشتی به عنوان یک سپر حفاظتی در برابر محرومیت مطلق عمل می‌کند و سطح کمینه‌ای از غذا و درآمد را تامین می‌نماید. این امر در محیط‌هایی با شبکه‌های تامین اجتماعی ضعیف یا فاقد آن، بیکاری زیاد، اقتصاد روستایی ضعیف و اقتصادی آشفته و متزلزل، مانند اروپای مرکزی و شرقی در دهه ۱۹۹۰، حائز اهمیت است (ابیل و فروبرگ، ۲۰۰۳). شواهد تجربی اخیر تأیید می‌کند که کشاورزی خرد، هم به عنوان یک شبکه ایمنی برای خانواده‌های روستایی کم درآمد و دارای اشتغال غیر کشاورزی (فریدریکسون و همکاران، ۲۰۱۰) و هم به عنوان سپر محافظتی در برابر فقر (شبکه توسعه روستایی اروپا، ۲۰۱۰) عمل می‌کند. برخلاف تصورات عامه، اراضی خرد پایدار می‌توانند واقعا سودمند باشند. دیمبروکول (۲۰۱۱) دریافتند که افزایش یک درصدی سرانه تولید ناخالص داخلی در بخش کشاورزی، شکاف فقر را پنج برابر بیشتر از افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه در سایر بخشها، کاهش داده است. شرایط اقتصادی که ممکن است کشاورزی خرد را به یک انتخاب منطقی تبدیل کند، هزینه‌های معاملاتی بالا مربوط به خرید نهاده‌ها و فروش ستانده‌ها، اشتغال نیروی کار، مخاطرات شکست‌های بازار و عدم اطمینان در زمینه مداخلات سیاستی گذشته و آینده است. به این عوامل می‌توان هزینه‌های بالای خرید مواد غذایی روستاییان، ضعف فرصت‌های اشتغال در خارج از بخش کشاورزی و دستمزدهای پایین آنها را نیز اضافه کرد (زوملدا، ۲۰۱۳).

به همین ترتیب، ونزیل و همکاران (۲۰۰۰) "اسطوره برتری مزارع بزرگ مقیاس" را رد می‌کنند و می‌گویند که به هیچ مدرکی مبتنی بر وجود دستاوردهای بهره‌وری حاصل از سیاست‌های مربوط به ترویج مزارع بزرگ‌تر و مکانیزه‌شده نسبت به واحدهای کوچک‌تر دست نیافته‌اند.

مزارع خرد و تنوع فعالیت‌های کشاورزی

اشکال مختلفی از تنوع فعالیت‌های کشاورزی در اختیار کشاورزان است که کشاورزی خرد به عنوان اساس و پایه‌ای برای همه‌ی انواع این فعالیت‌ها و کارکردها نقش آفرینی می‌نماید (شبکه توسعه روستایی اروپا، ۲۰۱۰). ایلبری (۱۹۹۱) دو نوع از این متنوع سازی را مشخص می‌کند. اولین مورد، تنوع بخشیدن به بخش کشاورزی است که در این صورت محوریت کشاورزی حفظ می‌شود. این نوع متنوع‌سازی شامل بنگاه‌های غیر معمول^۷، اختصاص اراضی کشاورزی برای تولید چوب^۸ و کشاورزی قراردادی است. نوع دوم، تنوع ساختاری - بر استفاده از دارایی‌های کشاورزی برای فعالیت‌های غیر کشاورزی، به عنوان مثال فرآوری ارزش افزوده و یا گردشگری کشاورزی^۹ - تأکید می‌کند. لارسن (۲۰۰۹) استدلال می‌کند که کشاورزی نیمه معیشتی منبع مهمی برای متنوع سازی و رشد اقتصاد روستایی غیر کشاورزی است. او استدلال می‌کند که ویژگی‌های کشاورزی نیمه معیشتی (تولید مواد غذایی محلی، زنجیره‌های تامین کوتاه مدت، تنوع زیستی بالا و میراث فرهنگی غنی) یک سرمایه ارزشمند برای ایجاد بنگاه‌های کشاورزی جایگزین و با ارزش افزوده بالاتر مانند صنعت گردشگری کشاورزی و غذاهای خاص فراهم می‌کند. او به جای آنکه کشاورزی نیمه معیشتی را به عنوان یک مشکل اقتصادی تلقی کند، استدلال می‌کند که باید از آن به عنوان منبعی برای توسعه روستایی استفاده شود. ون هویلنبروک و همکاران (۲۰۰۷) معتقدند فعالیت کشاورزی که اساس توسعه را برای طیف

^۸- Farm woodland

^۹- Agro-tourism

^۶-European Network for Rural Development(ENRD)

^۷- Unconventional enterprises

وسیع از کالاهای و خدمات غیرکالایی فراهم می‌کند، باید ماهیت چند کارکردی داشته باشد.

مزارع خرد و منافع محیط‌زیست

از نظر فانزو (۲۰۱۸)، جهان مسیر اشتباهی را در پیش گرفته است، منابع ملی مواد غذایی از نظر تعداد محصولات زراعی کشت شده یکدست تر شده‌اند که منجر به وابستگی متقابل کشورها در دستیابی به تنوع غذاها و مواد مغذی برای رفع نیازهای انسان می‌شود. اندازه مزرعه در آفریقا و آسیا در حال کاهش است و استمرار خواهد داشت. مزارع خرد فواید زیست محیطی فراوانی دارند که از آن جمله می‌توان بر حفظ تنوع ژنتیکی عرضه مواد غذایی، کاهش تخریب اکوسیستم و کاهش تغییرات اقلیمی اشاره نمود (شبکه توسعه روستایی اروپا، ۲۰۱۰). ۸۰ درصد از اراضی کشاورزی در جنوب صحرای آفریقا و آسیا توسط کشاورزان خرده پا اداره می‌شود (که نهایتاً تا ۱۰ هکتار را زیر کشت دارند). در حالی که ۷۵ درصد از مواد غذایی جهان از تنها ۱۲ گیاه و پنج گونه جانوری تولید می‌شود و این باعث می‌شود که نظام جهانی تولید غذا در برابر شوک‌های شدید آسیب‌پذیر باشد، تنوع زیستی کلید نظام‌های خرده پاست که بسیاری از گونه‌ها و نژادهای بومی و انعطاف‌پذیر در برابر آب و هوا را زنده نگه می‌دارند. یک مطالعه بزرگ با بررسی کشاورزی خرد شامل ۲۸۶ پروژه، با بیش از ۳۷ میلیون هکتار در ۵۷ کشور در حال توسعه، نشان داد که با اتخاذ کشاورزی پایدار، متوسط عملکرد محصولات زراعی ۷۹ درصد افزایش یافته است. مزارع کوچک و خرد به دلیل کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و حامل‌های انرژی، در مقایسه با مزارع مکانیزه بزرگ و وابسته به نهاده‌ها، اثرات مخرب تغییرات آب و هوایی را از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش ترسیب کربن خاک کاهش می‌دهند (فائو، ۲۰۱۲). سازمان بین‌المللی حیات پرندگان (۲۰۰۸)^{۱۰} استدلال می‌کند که کشاورزی

نیمه معیشتی موجب پایداری بیشتر اراضی کشاورزی با ذخایر طبیعی بالا^{۱۱} می‌گردد و دلیل اصلی هم این است که تراکم کمتر تولید و عرضه محصول و متعاقب آن استفاده کمتر از نهاده‌های شیمیایی یقیناً موجب تنوع زیستی بالاتری خواهد شد. این سازمان، مقایسه‌ای در زمینه تغییر جمعیت پرندگان در اروپای جدید و قدیم و به ویژه در اوایل دهه ۱۹۹۰ انجام داده است که هنوز سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در بخش کشاورزی صورت نگرفته بود. نتایج نشان داد که جمعیت پرندگان مزارع در اروپای قدیم به طور قابل توجهی بالاتر است. این سازمان غیر دولتی بیم آن دارد که از بین رفتن کشاورزی نیمه معیشتی به "تخریب ویژگی‌های ارزشمند چشم‌انداز یا نواحی کوچک زیستگاه‌های پرندگان" منجر شود. کشاورزان خرده پا نقش اساسی در حفظ تنوع زیستی محلی دارند (کول و همکاران، ۲۰۱۳).

مزارع خرد و منافع اجتماعی و فرهنگی

کشاورزی خرد به عنوان راهبردی برای زنده ماندن هرچند کم اما ایمن برای روستائیان در شرایط بسیار دشوار و پرخطر است (هایدوس و برون تروپ، ۲۰۰۳). تامین حداقلی مواد غذایی و درآمد پایه، در محیط‌های فاقد شبکه‌های ایمنی اجتماعی یا با وجود ساختارهای حمایتی ضعیف، بیکاری شهری بالا، اقتصاد روستایی غیر کشاورزی فقیر و تغییرات اقتصادی متزلزل و آشفتگی، بسیار مهم است (زوملدا، ۲۰۱۳). مزارع خرد علاوه بر تامین منافع اجتماعی در سطح فردی یا خانوار نقش مهمی در حفظ نشاط و سرزندگی روستایی ایفا می‌کنند و به حفظ جمعیت روستایی در شکننده‌ترین و محروم‌ترین مناطق جهان کمک می‌کنند (شبکه توسعه روستایی اروپا، ۲۰۱۰ و کوپر و همکاران، ۲۰۰۹). شاید یکی از مهمترین دلایل توسعه و کمک به کشاورزی خرد به این دلیل باشد که ماوای بسیاری از گروه‌های اجتماعی است که رستگاری آنها کلید توسعه اجتماعی و انسانی فراگیرتر است. این

^{۱۱}- High Nature Value (HNV) farmland

^{۱۰}- BirdLife International

غذایی سالم‌تر و محلی با ردپای زیست محیطی کمتری می‌شوند (نشریه رسمی اتحادیه اروپا، ۲۰۱۷).

نتیجه‌گیری

کشاورزی خرده پا در اکثریت ادبیات موجود جهان به عنوان کشاورزی غیر کارا و غیر مولد و عقب مانده و به عنوان مساله جدی برای توسعه پایدار کشاورزی شناخته می‌شود و راه حل آن را ادغام و یکپارچگی اراضی دانسته‌اند. با این وجود، موضوعات مطرح شده در زمینه ویژگی‌ها و کارکردهای مزارع خرد در سطح بین‌المللی و منطقه‌ای شاهد تغییر در نحوه نگرش به کشاورزی خرد و خانوارهای دهقانی است و منافع متعددی را برای این نوع نظام کشاورزی در نظر گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به کارکردهای آن در امنیت غذایی، بهره‌وری تولید، کاهش فقر و تنگدستی، تنوع‌بخشی به فعالیت‌های کشاورزی، منافع محیط زیست (حفظ تنوع ژنتیکی زنجیره عرضه مواد غذایی، کاهش تخریب اکوسیستم و تغییرات اقلیمی)، منافع اجتماعی و فرهنگی (حفظ چشم‌اندازهای روستایی، حفظ نشاط و سرزندگی روستایی و کمک به حفظ جمعیت روستایی در شکننده‌ترین و محروم‌ترین مناطق جهان) اشاره نمود.

پیشنهادهای

با توجه به مباحث نظری و ادبیات پژوهش، برخی راه‌ها برای تشویق و ابقای کشاورزی خرد با توجه به کارکردهای متنوع آن قابل توصیه است که به برخی از آنها اشاره می‌گردد:

(i) حل و فصل تحریفات سیاستی ضد کشاورزی خرد: مزیت رقابتی کشاورزان بزرگ و کشاورزی کم-تنوع تا حدودی به سیاست‌های دولت متکی است که به نفع فناوری‌های کشاورزی سرمایه‌بر و ترویج قیمت‌شکنی مازاد محصولات کشاورزی در بازارهای جهانی عمل می‌کند که در این زمینه می‌بایست تجدید نظر شود.

مساله به ویژه در مورد زنان که به طور متوسط ۴۳ درصد از نیروی کار کشاورزی در کشورهای در حال توسعه (فائو، ۲۰۱۱a) را تشکیل می‌دهند و در مورد جوانان کم تحصیلات و افراد سالخورده صدق می‌کند. این امر همچنین شامل بسیاری از گروه‌های اقلیت قومی می‌شود که در گذشته به بخش کشاورزی پناه برده بودند و هنوز در تلاش هستند تا بر بسیاری از بی‌عدالتی‌ها که تجربه کرده‌اند، فائق آیند. در این بین می‌توان به گروه‌های قومی کویلوبالاس^{۱۲} در برزیل و لیبرز^{۱۳} اشاره نمود که در گذشته برده بودند و از مزارع بزرگ تجاری فرار کردند و کشاورزی خرد را در این کشورها توسعه دادند (پانل عالی خبرگان امنیت غذایی و تغذیه، ۲۰۱۳). کشاورزان خرده پا، با تجربه جمعی وسیع و دانش بومی و برگرفته از شرایط محلی، بسیاری از راه‌های عملی را که می‌توانند به کشاورزی در دستیابی به وضعیت پایدارتر و عادلانه‌تر کمک نمایند، در دست دارند (ایفاد ویو ان ای پی، ۲۰۱۳). پارلمان اروپا در قطعنامه ابتکاری خود در باره آینده زمینداری‌های کشاورزی خرد در فوریه ۲۰۱۴ تاکید کرد که این نوع کشاورزی "نشان دهنده یک مدل از کشاورزی اجتماعی است که هنوز در اتحادیه اروپا غالب است و باید با دیگر مدل‌های بزرگ مقیاس و بازار-محورتر کشاورزی هم‌زیستی داشته باشد" و به طرفداری از مزارع خرد اعلام کرده است که مزارع خرد سازگاری بیشتری با محیط زیست دارند و در حفظ ویژگی‌های نواحی حومه‌ای اروپا و تنوع زیستی بهتر عمل می‌نمایند. مزارع خرد بیشتر به نفع رفاه حیوانات عمل می‌کنند و در محدود کردن تخلیه جمعیتی مناطق حاشیه‌ای عملکرد بهتری دارند، این مزارع در حفظ سنت‌های فرهنگی، میراث غیر مادی و صنایع دستی و تولید محلی و منطقه‌ای بهتر عمل می‌نمایند و تمایل به انعطاف‌پذیری بیشتری دارند و به راحتی با بحران‌های بازار سازگار می‌شوند. از آنجایی که کشاورزان خرده‌پا عمدتاً به شکل مستقیم محصولات خود را به فروش می‌رسانند موجبات افزایش فروش مواد

^{۱۳}- the libres

^{۱۲}- the quilombolas

و پایداری کشاورزی خرده پا لزوم تامین و ارائه خدمات عمومی محلی در مناطق روستایی بسیار ضروری است (v) پرداخت خدمات اکوسیستم: یک احتمال دیگر که مستلزم بررسی های جدی بیشتری است، پرداخت ها به کشاورزانی است که خدمات زیست محیطی مناسبی در زمینه حفاظت از اکوسیستم و محل زندگی خود را ارائه می دهند. مزایایی که انسان از طبیعت استخراج می کند به عنوان "خدمات اکوسیستم" شناخته می شوند این گزینه بر اصل رفع شکاف بین منافع خصوصی کشاورزان و مزایای عمومی مدیریت حفاظت منابع استوار است (عسکری بزایه و همکاران، ۱۳۹۷).

(vi) تشویق کشاورزی پاره وقت: هیچ الزامی نیست که شغل کشاورزی یک انتخاب شغلی تمام وقت باشد. برای مثال در کشور ژاپن، تنها ۱۵ درصد از سه میلیون خانوار این کشور امرار معاش خود را به طور کامل از کشاورزی تامین می کنند.

(ii) به رسمیت شناسی اجتماعی: گام مهم دیگر ترویج "پاداش های غیر اقتصادی" برای حفاظت از تنوع زیستی کشاورزی است. چنین رسمیتی نه تنها باعث می شود کشاورزان احساس خوبی داشته باشند بلکه منجر به ارتقاء آگاهی عمومی در لزوم اتخاذ سیاست هایی برای تدارک پاداش های اقتصادی به جامعه کشاورزی می شود.

(iii) توسعه بازار: راهبرد و افق توسعه بازارهای داخلی و بین المللی محصولات کشاورزی خرد براین امر استوار است که در آن امتیاز قیمتی برای محصولات بومی و سنتی در نظر گرفته شود که نه تنها می تواند پاداش مستقیمی را برای تولید کنندگان ایجاد کند، بلکه به افزایش آگاهی عمومی در مورد اهمیت تنوع و لزوم برقراری سیاست های عمومی برای حفظ اینگونه کشاورزی در دنیا کمک می کند.

(iv) تدارک خدمات عمومی محلی: مهاجرت کشاورزان خرد پا به دلیل کمبود خدمات عمومی محلی، مانند مدارس و کلینیک های بهداشتی است، لذا برای حفظ

فهرست منابع

۱. شوکتی آقمقانی، م.، خ. کلانتری، ع. اسدی و ح. شعبانعلی فمی. ۱۳۹۷. مروری بر وضعیت خردی و پراکندگی اراضی کشاورزی در جهان و ایران. نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی، جلد ۶، شماره ۱، صص ۸۳-۶۳.
۲. عسکری بزایه، ف.، پ. شاهین رخسار احمدی، ز. مجیب حق قدم و ف. حیدر نژاد. ۱۳۹۷. پرداخت بهای خدمات اکوسیستم، به عنوان ابزاری در جهت کاهش فقر و مدیریت منابع طبیعی. مجموعه مقالات چهارمین کنگره سالانه بین المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران صص. ۱۲-۱.
3. Abele, S., and K. Froberg. 2003. Subsistence Agriculture in Central and Eastern Europe: How to Break the Vicious Circle? Studies on the Agricultural and Food Sector in Central and Eastern Europe, No. 22. Available at <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.93082>.
4. Altieri, M. A., and P., Koohafkan. 2008. Enduring farms: Climate change, smallholders and traditional farming communities. Project Report, Series 6. Available at https://www.researchgate.net/publication/252167278_Enduring_Farms_Climate_Change_Smallholders_and_Traditional_Farming_Communities.
5. Banerjee, A., P., Gertler and M., Ghatak. 1998. Empowerment and efficiency: The economics of agrarian reform 1-5. Working Paper No. 98-22. Available at <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/63573/empowermenteffic00bane.pdf;sequence=1>.
6. Barrett, C.B., 1993. On price risk and the inverse farm size-productivity relationship. Economics Staff Paper Series No. 369. Madison, WI, USA: University of Wisconsin.
7. Birdlife International. 2008. The Common Agricultural Policy (CAP) and the environment: a reform agenda for the New Member States. Available at http://www.Birdlife.Org/eu/pdfs/ATF_brief_2008_CAP_in_NMS.pdf

8. Borras, S. M., Kay, C., and A. H., Akram-Lodhi.2007.Agrarian reform and rural development: Historical overview and current issues. In Land, poverty and livelihoods in an era of globalization, ed. A. H. Akram-Lodhi, S. M. Borras Jr and C. Kay, 1-40. London and New York: Routledge.
9. Boyce, J.K., 2004. A Future for Small Farms? Biodiversity and Sustainable Agriculture. Working Paper series Number 86.
10. Cooper, T., K., Hart, and D., Baldock.2009. The provision of public goods through agriculture in the European Union: Report prepared for DG Agriculture and Rural Development. London: Institute for European Environmental Policy.
11. David, C. C., and K., Otsuka.1994. Modern Rice Technology and Income Distribution in Asia. The Journal of Asian Studies. 53(3). Available at <https://doi.org/10.2307/2059737>.
12. Dixon, J., K., Taniguchi, H., Wattenbach, and A. Tanyere-Arbur.2004. Smallholders, globalization and Policy Analysis. FAO, Rom.
13. ENRD (European Network for Rural Development).2010. Semi-subsistence farming in Europe: Concepts and key issues. Available at <https://enrd.ec.europa.eu/sites/enrd/files/fms/pdf/FB3C4513-AED5-E24F-E70A-F7EA236BBB5A.pdf>.
14. Fanzo, J., 2018. From big to small: the significance of smallholder farms in the global food system. Available at DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30011-6.
15. FAO .2010. Policies and Institutions to Support Smallholder Agriculture. Committee on Agriculture, 22nd Session.
16. FAO .2011a. The State of Food and Agriculture: Women in agriculture. Closing the gender gap for development. Rome.
17. FAO.2014. the State of Food and Agriculture 2014: Innovation in Family Farming. Rome.
18. FAO and OECD.2014. Opportunities for Economic Growth and Job Creation in relation to Food Security and Nutrition. InterAgency Policy Report to the G20. Available at <http://www.fao.org/3/bt682e/bt682e.pdf>.
19. FAO .2012. Smallholders and family Farmers. Available at <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/273864/>.
20. FAO .2014. What do we really know about the number and distribution of farms and family farms in the world? Available at <http://www.Fao.Org/3/a-i3729e.Pdf>.
21. FAO .2010a. Policies and institutions to support smallholder agriculture. Committee on Agriculture, 22 Sessions, Rome, 16-19 June. Rome. Available at <http://www.Fao.Org/docrep/meeting/018/K7999E.Pdf>.
22. Feder, G., 1985. The relation between farm size and productivity: The role of family labor, supervision and credit constraints. Journal of Development Economics .18 (2-3): 297-313.
23. Fredriksson, L., S., Davidovaand, M., Gorton.2010. SCARLED Deliverable 6. 3-“The importance of subsistence farming as a safety net in the NMS”, working paper, SCARLED FP6 Project. Available at <http://www.Scarled.eu>
24. Fule, C. B., 2013. Small-scale versus large-scale cocoa farming in Cameroon which farm type is more ready for the future? Master’s thesis. Available at <http://stud.Epsilon.Slu.Se>.
25. Graeub, B., E., M., Jahi Chappell, H., Wittman, S., Ledermann, R., Bezner Kerr and B., Gemmill-Herren.2015. The State of Family Farms in the World, World Development Vol. 87: 1–15. Available at <http://dx.Doi.Org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>.
26. Heidhues, F., and M., Bruntrup.2003. Subsistence agriculture in development: Its role in processes of structural change. In: Abele, S. and Frohberg, K. (Eds), Subsistence Agriculture in Central and Eastern Europe: How to break a vicious cycle? Halle/ Saale: Institut fur Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa.
27. Heltberg, R., 1998. Rural Market Imperfections and the Farm Size–Productivity Relationships: Evidence from Pakistan. World Development .26(10): 1807–26.
28. HLPE .2011a. Price volatility and food security. A report by the High level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee of World Food Security. Rome.

29. HLPE .2013. Investing in smallholder agriculture for food security. A report on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. Available at http://www.Deza.admin.Ch/ressources/resource_en_225682.Pdf>.
30. IFAD and UNEP .2013. Smallholders, food security, and the environment. Available at https://www.ifad.org/documents/38714170/39135645/smallholders_report.pdf/133e8903-0204-4e7d-a780-bca847933f2e
31. IFAD and UNEP .2013. Smallholders, food security and the environment. Rome. Available at http://www.Ifad.Org/climate/resources/smallholders_report.Pdf).
32. IFAD .2011. Proceedings. International Fund for Agricultural Development Conference on New Directions for Smallholder Agriculture, 24–25 January 2011. Rome.
33. IFAD .2014. International Year of Family Farming: IFAD's commitment and call for action. Available at <https://www.Ifad.Org/en/web/latest/event/asset/39004528>.
34. Ikerd, J., 2014. Multifunctionality: A new future for family farms. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*.5 (1): 11–13. Available at <http://dx.Doi.Org/10.5304/jafscd.2014.051.016>.
35. Kull, C. A., S. M., Carrière, S., Moreau, H. R., Ramiarantsoa, C., Blanc-Pamard, and J., Tassin.2013. Melting Pots of Biodiversity: Tropical Smallholder Farm Landscapes as Guarantors of Sustainability. *Environment Magazine* March/April 2013.Available at <http://www.Environmentmagazine.Org/Archives/Back%20Issues/2013/March-April%202013/melting-pot-full.Html>.
36. Larsen, A. F., 2009. Semi-subsistence Producers and Biosecurity in the Slovenian Alps, *SociologiaRuralis*. 49(4): 330-343
37. Lipton, M., 2009. *Land Reform in Developing Countries: Property rights and property wrongs*. Abingdon: Routledge.
38. Lipton, M., 2005. The family farm in a globalizing world: The role of crop science in alleviating poverty. 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment Initiative Discussion Paper No. 40. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute.
39. Nagayets, O., 2005. Small farms: current status and key trends, Prepared for the Future of Small Farms Research Workshop Wye College, June 26–29, 2005.Available at <http://citeseerx.IST.Psu.Edu/viewdoc/download?Doi=10.1.1.146.4632&rep=rep1&type=pdf>.
40. Narayanan, S., and A., Gulati .2002. Globalization and the smallholders: A review of issues, approaches, and implications. Markets and Structural Studies Division Discussion Paper No. 50. Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute.
41. Official Journal of the European Union.2017.Available at <https://eur-lex.Europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52017XC0705%2801%29>
42. Otsuka, K., L., Yanyan and F., Yamauchi .2016. The future of small farms in Asia. *Development Policy Review*. 34 (3): 441—461.
43. Otsuka, K., J. P., Estudillo, and Y., Sawada.2009. *Rural Poverty and Income Dynamics in Asia and Africa*. Abigdon: Routledge.
44. Rapsomanikis, G., 2016. Small Farms Big Picture: Smallholder agriculture and structural transformation.Development.58.(2-3).Available.at <https://link.springer.com/article/10.1057/s41301-016-0028-y>.
45. Ricciardi, V. N., Z., Ramankutty, L., Mehrabi, and J., BrentonChookolingo .2018. How much of the world's food do smallholders produce? *Global Food Security*. 17: 64–72.Available at <https://doi.Org/10.1016/j.gfs.2018.05.002>.
46. Rosset, P., 1999. The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. Food First Policy Brief No. 4. Policy brief prepared for Cultivating Our Futures, FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land, 12-17 September 1999, Maastricht, the Netherlands.Available at www.Foodfirst.Org/sites/www.Foodfirst.Org/files/pdf/pb4_0.Pdf.
47. Samberg, L.H., J.S., Gerber, N., Ramankutty, M., Herrero, and P.C., West.2016. Distribution Subnational distribution of average farm size and smallholder contributions to

- global food production. Environ. Res. Lett.11:1-13. Available at doi:10.1088/1748-9326/11/12/124010.
48. Szumelda, A., 2013. Is Small Beautiful? The Debate on the Future of Small Individual Farms in Poland. Available at DOI: 10. 2478/eec-2013-0010.
49. Van Huylenbroeck, G., V., Vandermeulen, E., Mettepenningen, and A., Verspecht. 2007. Multifunctionality of Agriculture: A Review of Definitions, Evidence and Instruments. Living-Rev. Landscape Res 1. Available at <http://www.Livingreviews.Org/lrlr-2007-3>.
50. World Bank .2003. Reaching the rural poor: A renewed strategy for rural development. Washington, D. C.

بررسی نظام‌های آبیاری و مدیریت اراضی باغ‌های منطقه هورامان؛ مطالعه‌ی موردی، باغ‌های نودشه

کوروش امینی^۱

کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی. Amini.koorosh@yahoo.com

دریافت: آذر ۱۳۹۸ و پذیرش: آبان ۱۳۹۹

چکیده

آب از ارزشمندترین عوامل تعیین‌کننده در باغداری و همواره منشأ آبادانی و خرمی حیات بوده است. به همین دلیل آب از قداست و ارزش والایی در بین ملل و گروه‌های مختلف بشری برخوردار بوده است. در این مقاله به روش‌های آبیاری سنتی شهر نودشه بر اساس معیارها و سنت‌های پیشینان پرداخته شده است. آبیاری سنتی آژین، هنوز هم موثرترین و رایج‌ترین شیوه‌ی آبیاری در منطقه می‌باشد. این روش آبیاری، قرن‌ها است که بدون هیچ تغییری در سرتاسر منطقه‌ی هورامان و به ویژه در شهر نودشه استفاده شده است. هر چند شغل اکثریت مردم، باغداری معیشتی و دامداری سنتی می‌باشد، اما نظام آبیاری هورامان، نظام منظم و دقیقی با شکل‌گیری قوانین سنتی، چگونگی استفاده از آن در طول تاریخ و الگوی مختص به خود می‌باشد. این نظام بهره‌برداری، دارای جنبه‌های اجتماعی بسیار غنی نیز هست. نوع بهره‌برداری گروهی از آب، تشکیل گروه‌های هم آب است و آن تعداد باغداری است که در هر گردش آب دارای مقدار معینی ساعت حقاچه هستند. مدیریت کارآمد آبیاری در فصول یا مواقع کم‌آبی، از شاخصه‌های آبیاری نودشه می‌باشد. زمان آبیاری و میزان آن بستگی به عواملی از قبیل شرایط آب و هوایی، نوع محصول، مرحله رشد و محصول‌دهی درخت، خواص خاک (مثلاً ظرفیت نگهداری آب توسط خاک) و میزان توسعه عمودی و افقی ریشه درخت دارد. نظام آبیاری آژین شامل جوو‌برده‌ی، سَراو کَرَدی، نوباو، هَماو، شَواوه با عناصری شامل جوی، قَلوَز، گوله، تلانه، بَنگا، جوکله، وَرَبَنگ و ... می‌باشد. این نظام تکنیکی است که زاینده‌ی فرهنگ، دانش بومی، شرایط محیطی و اقلیمی است.

واژه‌های کلیدی: منطقه‌ی هورامان، نودشه، باغداری، آبیاری، دانش بومی

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: کرمانشاه، شهر نودشه، خیابان معلم، روبروی نانوايي دارا.

مقدمه

پیدایش و بقای گروه‌های انسانی، بدون وجود آب غیر قابل تصور می‌نماید. از میان عوامل تولید باغی موثر در حیات روستاییان آبادی‌های هورامان، آب و خاک از همه مهم‌تر و تعیین‌کننده‌تر هستند و بارزترین دلیل آن هم موقعیت جغرافیایی و طبیعی این منطقه‌ی هورامان است. طوری که می‌توان گفت؛ حیات باغی هورامان وابسته به آب و خاک است و آب و خاک مظهر همه چیز باغدار شمرده می‌شود. حیات سبز هورامان و تمام افراد آن به رشته‌های دره و چشمه‌های کوچکی وابسته است که در اطراف روستاها وجود دارند. شیب تند منطقه و سنگلاخ‌های آنچنانی در بخش‌های عمده‌ای از هورامان سبب شده است که هورام‌ها از دیرباز تدابیر هوشمندانه‌ای برای بدست آوردن، ذخیره، بهره‌برداری و مصرف متناسب آب ببیندند و روش‌های دقیق و کارآمدی برای تقسیم، توزیع و جلوگیری از هدر رفتن آب ابداع نمایند. در آب و هوای معتدل کوهستانی هورامان بسیاری از محصولات باغی بصورت آبی و دیم بعمل می‌آیند. چرا که میزان و فصول بارش بگونه‌ای هستند که با آب چشمه‌ها و دره‌های موجود، کانال‌کشی به زمین‌های هدف علمی، تنها راه، اقتصادی و به صرفه بوده و با این روش آب مورد نیاز برآورد و به درختان رسانده می‌شود. همین امر انگیزه ایجاد سیستمی منسجم جهت آبیاری شده که با تکیه بر دانش بومی منطقه و تجربیات حاصل از زحمات و تجارب آزمون و خطای قرن‌ها نیاکان آن کهن سرزمین می‌باشد. دانش بومی اینجا، برخاسته از متن جامعه هورامان بوده و سینه به سینه از نسلی به نسل دیگر منتقل شده است. بسیار آهسته، در طول زمان و با فراز و فرودهای زندگی آن سامان جمع شده و از صافی تجارب منتهی به عمل گذشته و به نوعی فیلتر شده است. در طول زمان بارها از بوته آزمایش سربلند بیرون آمده و به همین دلیل ماندگار شده است. از نظر حجم بسیار وسیع‌تر و گسترده‌تر از دانشی است که در ایستگاه‌های تحقیقاتی بدست آمده است. از ویژگی‌های مشخص و بارز آن، عمومی و همه‌گیر بودن آن است. به همین دلیل، اکثریت

جامعه‌ی محلی، این تکنیک بومی را قبول داشته و به آن باور دارند و بدان عمل می‌کنند. با فرهنگ و به نوعی هم با فولکلور آن ناحیه عجین بوده، بطور شفاهی مبادله و در حافظه مردم ذخیره شده است. در برخی از مرزها، امتزاج و اشتراک و در واقع نوعی تورفتگی ایجاد می‌کند. بطوری که می‌توان ادعا کرد؛ فولکلور بخشی از آن قسمت معنوی فرهنگ و دانش بومی بخشی پدیداری و مادی فرهنگ می‌باشد که خود را در باغداری، کشاورزی، معماری، صنایع دستی و ... می‌نمایاند.

روش پژوهش

روش پژوهش در این تحقیق بر دو بخش اسنادی و میدانی استوار است. بخش نخست برای آشنایی بیشتر با موضوع و ابعاد گوناگون آن مورد استفاده قرار گرفته و بخش دوم با استفاده از روش میدانی و تکنیک‌های خاص آن همچون مشاهده و مصاحبه به مطالعه نظام آبیاری سنتی در منطقه‌ی هورامان و بویژه شهر نودشه پرداخته است.

اهداف پژوهش

هدف اصلی پژوهش، معرفی نظام آبیاری سنتی منطقه‌ی هورامان با مطالعه‌ی باغستان‌های شهر نودشه می‌باشد. علاوه بر آن، اهداف جزئی نیز شامل؛ آشنایی با انواع نظام‌های آبیاری سنتی در مناطق مختلف جغرافیایی ایران، آشنایی با ویژگی‌های جغرافیایی و فرهنگی جامعه مورد مطالعه، آشنایی با شیوه‌های تقسیم آب، واحدهای اندازه‌گیری آب و شیوه آبیاری در جامعه مورد مطالعه می‌باشد.

پیشینه‌ی پژوهش

در ارتباط با نظام‌های آبیاری در ایران، به جرات می‌توان گفت که بیشترین تحقیقات به عمل آمده از آن جواد صفی‌نژاد بوده که به پدر کاریز ایران نیز معروف است. از آثار وی در این زمینه می‌توان به بنه؛ نظام‌های سنتی زراعی در ایران ۱۳۶۸، نظام‌های آبیاری سنتی در ایران ۱۳۵۹، نظام آبیاری سنتی در نائین ۱۳۸۴، سد زیرزمینی قنات و زوان

باغداری نزد هورام‌ها

باغبانی در منطقه هورامان از تاریخی بس کهن و ریشه‌دار برخوردار می‌باشد. سمبل زندگی و نماد تمدن و یکجانشینی و رنج چندین و چند قرنۀ نیاکان آن مرز و بوم است. در گذشته‌ای نه چندان دور، یکی و شاید اصلی‌ترین منابع درآمد و کسب و کار مردم و در واقع نوعی گذران معیشت بوده و با روح و روان و سلیقه اجتماعی آنها گره خورده است. درختان بومی فراوان و وجود باغ‌های قدیمی، اسناد و مدارک غیر قابل انکاری هستند که نشان از قدمت طولانی و رازهای نهفته یکجانشینی و کار و تلاش در دل این کهنسال زادگاه اهورایی دارد. یکجانشینی و باغبانی با روحیه آرام، لطیف و صلح‌جوی این مردم سازگار بوده و نسل‌ها دست به دست به آیندگان رسانده شده تا نیازمند و محتاج اطرافیان خویش نباشند. از گذشته‌های دور تا کنون، باغ‌های هورامان حصار و مرزی نداشته‌اند و چندین ده هکتار باغ با هم و در کنار هم بوده‌اند، بدون اینکه حصاری در بین آنها، دل‌ها را از هم جدا کرده باشد. در اغلب موارد دیواری مشترک یا جوی آبی مرز و حد فاصل دو باغ بوده است. هر چند در آن سامان باغداری بیشتر مبتنی بر اقتصادی معیشتی بوده و جنبۀ تجاری نداشته است، اما درختان کهنسال و قدیمی توت، گردو، انار، انجیر و انگور که بومی منطقه بوده و از دیرزمان تا کنون در این خاک ماندگار بوده‌اند، سند غیر قابل انکار صلح و دوستی، یکجانشینی و تمدن کهنسال این سرزمین هستند.

باغداری منطقه هورامان تلفیق صنعت و هنر است. باغداران منطقه با توجه و علم به جنبه اقتصادی زحمات خود؛ زیبایی خاصی به طبیعت منطقه بخشیده‌اند. در نگاهی به باغ‌های موجود آنان، این مسأله را براحتی می‌توان لمس نمود. چرا که ساختن باغ، جمع‌آوری و شکل دادن و تسطیح خاک و سنگ چینی و حاصلخیز کردن زمین آنهم در آن شیب تند و در دل این صخره‌ها جز نام و نشان هنر چیز دیگری نیست. معمولی‌ترین روش استفاده از خاک برای باغداران ناحیه مورد بحث بعلت شیب زیاد این منطقه، به صورت تراس‌بندی می‌باشد که به تراس‌های ساخته شده

میمه اصفهان، پژوهشی پیرامون نظام آبیاری سنتی آشتیان؛ آبیاری هفت پی ۱۳۷۳، باران ایران و آبیاری سنتی ۱۳۸۲ و ... اشاره کرد که در آنها بصورت مبسوط شیوه‌های کهن آبیاری، طرز تقسیم آب، زمان‌سنجی کهن در رابطه با ساعت‌های آبی و آفتابی و شیوه‌های متداول آبیاری تاریخی در این تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته‌اند؛ اما در مورد موضوع خاص مورد بررسی ما در این تحقیق که وضعیت دانش بومی در نظام آبیاری نودشه می‌باشد، کمبود تحقیقات قدیم و حتی جدید هم کاملاً محسوس است.

تاریخ آب و آبیاری در ایران باستان تاریخ بس کهنی است که از تاریخ مدون ایران باستان بس فراتر می‌رود زیرا این تاریخ در کنار تاریخ زراعت آبی دستی ایران تکامل یافته است. نظام‌های سنتی آبرسانی و آبیاری بخشی از گنجینه‌ی ارزشمند دانش سنتی و بومی هر منطقه است که با نیازهای اجتماعی، فرهنگ و محیط زیست پیرامونش در تعادل و پایداری است (منصوری‌مقدم، ۱۳۹۳: ۱۴۷). بر خلاف کارآمد نگاهداشتن نظام کهن آبیاری ساسانیان با نظارت دقیق و نیرومند دولت مرکزی (رحمتی، ۱۳۷۹: ۲۹۱)، پایداری نظام آبیاری در هورامانات مبتنی بر تجربه‌ای با چندین قرن سابقه، در سایه‌ی دانش بومی آن و خواست مشارکتی عمومی مردم بوده است.

هر چند که برخی را اعتقاد بر آن است که؛ بهره‌برداران در مناطق پر آب غربی نگرانی چندانی برای تولید محصولات آبی ندارند و در نتیجه، نظام‌های آبیاری پیچیده و در خور توجهی در آن شکل نگرفته است، یا نقش آن در زندگی ساکنان این ناحیه به اندازه آنچه در بخش شرقی کشور می‌توان دید، نیست (منصوری‌مقدم، ۱۳۹۳: ۱۴۸)، اما عناصر فرهنگی شاخصه‌های نظام آبیاری در مناطق هورامان خلاف آن بوده و دانش بومی بکار رفته در چنین نظامی، حکایت از دانش عمیق بهره‌برداران و حاصل آزمون‌های چندین قرن نیاکان هورام‌ها بوده و آب نزد آنها حرمتی قدسی داشته و از اهمیت والایی برخوردار بوده است.

مذکور در این مناطق تالنه «Tlâna» می‌گویند. تالنه‌ای کوچک را کلی؛ kili یا کوزلی؛ KûzLê می‌گویند. با توجه به شیب تند دامنه کوهستان‌های مناطق مورد بحث، لازم بوده است برای زیر کشت بردن و استفاده از زمین، خاک تسطیح شود. این تسطیح جز با روش تراسبندی و سنگ-چینی روی آن یا سکوبندی مقدور نبوده و نیست؛ به همین جهت باغداران قدیمی منطقه در جهت تحقق این امر و پرورش گیاهان خوراکی و باغداری زحمات فراوانی را متحمل شده‌اند. شیب‌های تند دامنه کوه‌ها و زمین‌های سنگلاخی بطن و حاشیه آن‌ها باعث شده است که اهالی این منطقه برای مسطح کردن و استفاده از زمین برای کشاورزی و باغداری زحمات زیادی را متحمل شوند، چرا که بر عکس دیگر نقاط، باغداران هورامان ناچارند به تسطیح زمین کوه و تپه بپردازند. انجام این کار متحمل صرف هزینه‌های سنگین، وقت زیاد و درکل انرژی‌بر است. باغداران روستا با عمل پی‌کنی و بعد از آن چیدن گلک؛ kaLak یا در اصطلاح دیوار به روی زمین مسطح شده، عمل تراسبندی را انجام می‌دهند. کار باغداری و کشاورزی (به صورت خیلی کم) در نودشه به قدری مشکل است که گاه جهت استفاده از زمین و بهره‌برداری از خاک به اندازه مورد نظر و حتی درست کردن یک کوزله کوچک بایستی از زمین‌های مسطح و خاکدار پایین دره خاک را کنده و به جای مورد نظر برد! زمین‌های مسطح شده در اصطلاح اهالی با توجه به وسعت و اندازه آن خواره؛ xwâra، تالنه، کلی، کره kare و کوزلی نامیده می‌شود، که هر یک از آنها واحدی در سنجش زمین نیز می‌باشند. برنامه‌ریزی منطقه‌ای و از آن جمله ساماندهی زراعت و باغداری مطلب تازه‌ای نیست. در ازمئه قدیم هورامان برای مکان‌یابی باغداری و زراعت طرح در انداخته و جهانی آباد کرده‌اند. روستا را در جایی استوار کرده‌اند که زمین کمترین استفاده را جهت باغداری و دیگر امورات مرتبط با زمین داشته است. دانش بومی دست‌یابی به مکان بهینه را از اجداد و نیاکان خویش آموخته بودند. در گذشته به علت جمعیت کم مقدار زمین زراعی و باغی، همچنین درختان میوه تأمین کننده مصرف

اهالی روستا بودند، ولی اکنون و با افزایش جمعیت و تقسیم زمین و باغ بین وارثین، باغداری خیلی از مناطق هورامان و از آن جمله نودشه، به نسبت نیروی کار و هزینه‌ای که صرف آن می‌شود اقتصادی نبوده و همین به صرفه نبودن خود باعث شده است؛ باغداری که دارای زمین نسبتاً کمی می‌باشد به کارهایی چون کار در شرکت‌های ساختمانی در شهرهایی چون تهران و مغازه‌داری و کسب و کار دیگری روی آورد. به جز درخت گردو، توت و انار که طی سال‌های اخیر به علت رونق گردشگری و به تبع آن، اقتصادی، کشت آن رونق گرفته است، کشت دیگر محصولات منطقه بیشتر جنبه سنتی و فرهنگی داشته یا فقط جهت تأمین مایحتاج اولیه خانوار انجام شده و احساس مالکیت بر زمین را نشان می‌دهد. مثلاً هیچ فردی حاضر نیست زمینی را که سال‌ها و قرن‌ها اجداد او در آن زیسته و کار کرده‌اند به بوته فراموشی بسپارد. در زیر بعد از پرداخت کامل بحث، معرفی شاخصه‌های اصلی باغداری نودشه و ... به نمونه‌هایی از محصولات باغی منطقه اشاره‌ای گذرا خواهد شد. ادموندز که در حدود سال‌های ۱۹۱۹ تا ۱۹۲۵ به هورامان عراق و شهرک طویله واقع در غرب نودشه سفر کرده بود، در خصوص باغداری هورام‌ها چنین گفته بود:

من از میان گردوزارها و باغ‌های آشفته و درهمی که بر فراز بستر دره احداث شده بودند، به آن نزدیک شدم. شمارش تعداد کرت‌های (تراس) دامنه امکانپذیر نبود، اما در برخی جاها عدۀ این تالان‌ها دست کم به بیست عدد می‌رسید. پهنای بعضی از آنها همین قدر است که یک ردیف درخت را کفایت کند. کانال‌های آبیاری سریع در سطوح متعددی احداث شده‌اند؛ آب بصورت آبشارهای کوچک از کرتی به کرت دیگر می‌ریزد و هر جوی دو یا سه کرت را آبیاری می‌کند. آب در بین باغداران بر حسب ساعت در هفته تقسیم شده است. حق هر یک از باغداران از قدیم و ندیم شناخته شده است و هرگز اختلاف و دعوایی پیش نمی‌آید. یکی از مهندسان برجسته آبیاری می-

گفت؛ او چیزی ندارد که در زمینه این کربندی و کانال- کشی در جاهای کوهستانی به هورامانی‌ها بیاموزد (ادموندز، ۱۳۶۷: ۱۸۴).

شناختی مختصری از منطقه‌ی هورامان و شهر نودشه

نمی‌توان مرز مشخصی برای هورامان تعریف کرد و آن را در تنگنای مرزهای جغرافیای سیاسی (geopolitical) محدود کرد و به نظر نگارنده بهترین تعریف برای آن، تعریف جغرافیای فرهنگی است. منطقه جغرافیایی فرهنگی هورامان واقع در غرب ایران از جمله مناطق روستایی به حساب می‌آید که در آن توانایی انسان در رویارویی با طبیعت کوهستانی و تعامل با آن متجلی شده است. مرزبندی دقیق و مشخص منطقه هورامان بسیار دشوار است و این مرزبندی هنگامی که به صورت جغرافیای فرهنگی هورامان درمی‌آید، دارای تورفتگی و حدود نامشخص‌تری است. این منطقه به صورت کلی، از مشرق تا سندج و کامیاران، از مغرب تا شاره‌زور، از جنوب تا کرمانشاه و جوانرود و از شمال تا مریوان امتداد دارد. زبان ساکنان این منطقه، هورامی و شغل قریب به اتفاق ساکنانش باغداری، دامداری سنتی معیشتی و امورات اداری خدماتی است (امینی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۶۲). در تقسیم‌بندی‌های جغرافیایی رایج هورامان به چند بخش تقسیم شده است که عبارتند از: هورامان لهون، هورامان تخت، هورامان ژاورود، هورامان گاورود و هورامان شامیان. سه مورد اخیر در لفظ محلی بیشتر بصورت چه‌م؛ cam مشخص می‌گردند؛ یعنی چه‌موو ژاورود و چه‌موو گاورود. بخش

کوچکی از هورامان لهون در کردستان عراق و بقیه نواحی هورامان در کشور ایران واقع شده است. کوه شاهو با ارتفاع بیش از ۳۳۰۰ متر بلندترین قله و رودخانه سیروان مهم‌ترین و معروفترین رودخانه ناحیه بوده که پس از طی مسیر دره- های پر پیچ و خم هورامانات واردکردستان عراق شده و به دریاچه سد دربند خان می‌ریزد.

نودشه شهری است در هورامان لهون در غرب استان کرمانشاه و در ۳۲ کیلومتری شمال غرب شهرستان پاوه. این شهر در ۱۱ ۳۵ عرض جغرافیایی و ۱۵ ۴۶ طول جغرافیایی و در ارتفاع متوسط ۱۴۵۰ متری از سطح دریا واقع است (مرکز آمار ایران، دفتر نقشه و اطلاعات مکانی). میانگین بارندگی سالیانه در سالهای پر بارش بین ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلیمتر در نوسان می‌باشد. میانگین دمای سالانه چیزی حدود ۲۰ درجه سانتیگراد است. جمعیت نودشه در حدود ۴۰۰۰ نفر می‌باشد (شبکه‌ی بهداشت و درمان شهرستان پاوه، ۱۳۹۵). این شهر محصور است بین کوههای دربن در شمال شرقی با ارتفاع ۲۷۵۰ متر، کوه کماجر و شخله و چناره در غرب و جنوب غربی با ارتفاع میانگین ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متر و کوه شمش با ارتفاع تقریبی ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ متر در شمالغرب و دره باصفای نودشه منتهی به رود سیروان در جنوب شرقی (نگارنده). آب و هوای آن تا حدی یکدست و یکنواخت معتدل (محصور در بین زنجیره کوه- های دربن و کماجر و شمش) می‌باشد. محدوده تقریبی زمین‌های نودشه در منتهی‌الیه جنوب شرقی شهر از رودخانه سیروان و باغ‌های قدیم زلته شروع و تا خط الرس شمالی ستیغ کوه‌های تخت و دالانی می‌رسد.



شکل ۱- نودشه از دو نمای متفاوت با عمق دره‌ها و مناطق باغی

بادام بصورت پراکنده بیشتر در دامنه‌های نِسار؛ nīsār (دامنه‌های غرب و شمال‌غربی رو به شرق) و قلعه و دربن هستند و درختان گرمسیری و نیمه گرمسیری انار، انجیر و توت بیشتر در دامنه‌های وه‌رتاو؛ waratâw (دامنه‌های شرق و جنوب شرقی رو به غرب) می‌باشند. درختان کوهی بسان بلوط، زالزالک وحشی، بادام کوهی، گلابی وحشی، انجیر کوهی و پسته وحشی (ون) در کوه‌های نودشه به وفور دیده می‌شوند. لازم به ذکر است در نودشه با افزایش ارتفاع میوه درخت گردو سفیدتر و از نظر اقتصادی کاشت آن در دامنه‌های نِسار؛ nīsār و باغ‌های هانکول؛ Hânakol به صرفه‌تر می‌باشد. انگور در تمام قسمت‌های باغی نودشه وجود دارد و برحسب نوع آن از قسمتی به قسمت دیگر فرق می‌کند. بطوری که انگور زرد و دَرَبوله؛ Darabôla در زلته قدیم، نیجه؛ Nayja، زبار و انگور سیاه دیمی بیشتر در تالَجَر؛ Tâlajâr و هانه و دشتی Hânawdîstê عمل آوری خوبی داشته و کشت می‌گردد. شایان ذکر است؛ بنا به دلیل همان گسترش طولی اشاره شده در مبحث اخیر باغستان- های نودشه بسیار متنوع و رنگارنگ بوده و با نگاهی گذرا مشاهده می‌گردد که میوه آن‌ها در حد اعلای کیفیت و ارگانیک بوده و در دو سوی دامنه‌ها با عشوه و ناز، طنازی می‌کنند.

کوه دربن در شمال شرق شهر دارای دیواره‌های بلند و چاله‌های عمیقی (بیره چالی؛ Bira câli) است. این چاله‌ها در فصل زمستان پر از برف شده و تا اوایل پاییز سال بعد و در سال‌های پر برف بگونه‌ای که برف جدید هم روی آن ببارد، در این چاله‌ها برف باقی می‌ماند. غار قاژه لیانی؛ Qâzalyâni (لانه غاز) در این کوهستان سنگلاخی سخت و گردنکش قرار دارد که دارای تنوره‌ای به ارتفاع ۸۵ متر، راهروی به طول نه متر و تالاری به مساحت ۲۵ متر با ارتفاع ۱۶ متر می‌باشد. (اندازه‌گیری گروه غارنوردی قاجر قروه در معیت نگارنده). تفریحگاه و تفرجگاه دالانی در ۱۳ کیلومتری شهر نودشه بیش از ۱۶۰۰ متر ارتفاع داشته و به دلیل وجود چشمه‌سارهای فصلی پر آب در این ارتفاع هر ساله دریاچه کوچک دالانی (گومو و دالانی؛ Gômô Dâlâni) پر آب شده و چشم‌اندازی زیبا و روحنواز را در دامنه‌های مشرف به هورامان اقلیم کردستان عراق را به نمایش می‌گذارد. نودشه از نظر ارتفاع دارای ارتفاع متوسط و اغلب درختان میوه (سردسیری و گرمسیری) در آنجا بخوبی رشد کرده و با آب و هوایش سازگاری دارند. بگونه‌ای که می‌توان گفت؛ این خصلت یکی از ویژگی‌های توپولوژی نودشه بوده که آن هم ملهم از گسترش طولی نودشه از سمت شمال غربی بطرف جنوب شرقی می‌باشد. درختان هسته‌دار سردسیری مثل گردو، هلو، آلو، سیب و



شکل ۲- تراس بندی از ته دره بطرف دامنه کوه و دره پر آب

بعلت نبود زمین های مناسب و هموار دشتی یا حتی تپه ای بدلیل شیب زیاد منطقه و مزید بر آن بافت سنگلاخی آن؛ از دامنه شیبدار کوه ها و تا حدودی جلگه های موجود جهت باغداری استفاده شده است. بدین نحو که با تراس بندی کوهپایه، شیب های نسبتاً تند و گاهی تمام تند دامنه کوه ها و دو سوی دره ها، زمین مورد نیاز خویش را جهت باغداری فراهم کرده اند.

سنت های مرسوم در ارتباط با نظام آبیاری سنتی

آب اصلی ترین منبع با ارزش و کمیاب برای باغداری است و از آنجایی که باغداری منطقه ی هورامان، ارگانیک می باشد، حفاظت و استفاده پایدار از منابع آبی آن، بهینه ترین روش ها را برای استفاده صحیح از آب می طلبد؛ یعنی چنین روشی باید با بازده بالا همراه با بهبود بافت خاک و نگهداری آب در خاک را به همراه داشته باشد. دوره آبیاری در نودشه از ماه اردیبهشت با اولین نازنین یعنی سرّاو؛ Sarāw آغاز شده و تا ماه آبان یعنی هفت ماه ادامه دارد؛ اما در کل، بسته به مقدار بارندگی در آن سال، از پنج تا هفت ماه متفاوت می باشد. مدیریت کارآمد آبیاری در فصول یا مواقع کم آبی، از شاخصه های اصلی این نوع آبیاری می باشد. زمان آبیاری و میزان آن بستگی به عواملی

از قبیل شرایط آب و هوایی، نوع محصول، مرحله رشد و محصول دهی درخت، خواص خاک (مثلاً ظرفیت نگهداری آب توسط خاک)^۱ و میزان توسعه عمودی و افقی ریشه درخت دارد. آب در ناحیه ریشه درخت بعنوان منبع ذخیره برای تبخیر و تعرق درخت می باشد. ریشه درختان نیاز به رطوبت و اکسیژن برای ادامه حیات دارند و اگر هر یک از این دو فاکتور موازنه خود را از دست دهند وظایف ریشه مختل شده و در نتیجه رشد گیاه کاهش خواهد یافت. خاک به عنوان منبع ذخیره تغذیه ای درخت به کار می رود. مقدار آبی که یک خاک می تواند در خود ذخیره کند بستگی به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک دارد و این مقدار ذخیره آب در خاک، طول زمانی را که درخت قادر است بین دو آبیاری یا بارندگی آب مورد نیاز خود را از خاک تامین نماید مشخص می سازد.

دانش بومی هورامان در زمینه ی آبیاری بر ارکان زیر استوار است؛

الف) استفاده پایدار از آب بعنوان یک منبع کمیاب و با ارزش

ب) نگهداری رطوبت در خاک

ج) درک پتانسیل و اهمیت آبیاری صحیح در باغداری منطقه

۱. Water field capacity؛ در خاک های منطقه ی نثار بیشتر از و هره تاو می باشد؛ اما برعکس تبخیر و تعرق (Evapotranspiration) در خاک های ورتاو بیشتر از نثار می باشد.

پیشرفت باغداری در این منطقه، ناشی از اهمیت و نگرشی علمی نهفته در دانش بومی آن است. قبل از پرداخت بحث اصلی لازم است به چند شاخصه نیک فرهنگی که بصورت سنتی نزد هورامانیان و در بخش باغداری نودشه، بصورت زیر اشاره‌ای گذرا داشته باشیم:

جو و بَرده‌ی؛ Jôwabarday

باغداران هر روستا از مناطق هورامان در خصوص چگونگی انجام وظایف خود در قبال اشتراک در جوی آب و تقسیم کار، راه و رسم ویژه‌ای داشته و معمولاً با هماهنگی و مشورت همه جانبه به یک تفاهم عمومی در این زمینه رسیده و اتخاذ تصمیم نموده و هم اکنون هم چنین رسمی به قوت خود باقی است. به منظور لایروبی جوی آب مشترک در بین هر چند باغدار و منطقه‌ی باغی که در فصول سرد سال و بیشتر در اواخر فصل پاییز و در زمستان بخشی از آن تخریب یا نیاز به پاک‌کاری و روان‌سازی داشت، با توافقی نانوشته مشارکت می‌کردند. در این مهم، دره‌ای که آب در آن جریان داشت و بویژه جوی آب از گل و لای، ریزش‌های خاشاک و سنگ‌ریزه‌ها در آن و علف‌های هرز و سایر موانع پاک شده و آماده بهره‌برداری می‌گردد. در اصل به معنی دوباره درست کردن جوی‌ها یا کانال‌های آبیاری است. در اوایل فصل بهار و قبل از سَراو کَرْدَی؛ Sarâw karday انجام شده و به پاک‌سازی و تعمیرات اساسی کانال‌های آبیاری گفته می‌شود. سازمان-بندی خاص مبتنی بر تعاون و مقررات حقوقی ویژه آبیاری با دخالت و شرکت مساوی همه اعضا در امر فوق، در اصل رعایت اصل عدالت در چنین کاری می‌باشد. توضیح اینکه چون در اواخر فصل پاییز که آبیاری باغ‌ها قطع می‌گردد و فصل خزان برگ و سوز و سرما می‌رسد و خار و خاشاک مازاد باغ در دو فصل انتهایی سال در کانال‌ها افتاده و یا قسمتی از آنها (جوی‌ها) بواسطه بارش سنگین برف و باران شروع به ریزش کرده و نیاز به تعمیر پیدا می‌کند؛ به جهت نوسازی آن در اوایل بهار در یک روز مشخص که معمولاً روز تعطیل و جمعه می‌باشد با اعلان و هماهنگی قبلی

تمامی آن‌هایی که در آن منطقه بخصوص که باغ آن‌ها با آن جوی بخصوص آبیاری می‌گردد در بنجوی جوی و در دیگر قسمت‌ها بنا به نیاز جمع شده و شروع به پاک‌سازی و تعمیر کانال می‌کنند.

بر خلاف مناطق دیگر و از آن جمله در ایوان غرب که سهم کار هر فرد را با وسایلی دقیق محاسبه می‌کردند (منصوری‌مقدم، ۱۳۹۳: ۱۶۲)، لایروبی هر بخش (منطقه‌ی باغی) را می‌توان به دو قسمت، بر حسب نیاز، لایروبی جوی‌ها، لایروبی دره بویژه در مواقع کم‌آبی در جاهایی که مورد نیاز است در نهایت تا رسیدن به بنجوی جوی بعدی انجام می‌گیرد. انجام این مهم در هورامان بنا به رسوم قدیم بازمانده از نیاکان خویش، بیشتر بصورت همیاری و نوعی تعاونی خودخواسته و یاریگر بوده است و نه رقابتی حسابگر. در اینجا نیز پس از اتمام کار، چند نفر از اهالی و بیشتر جوانانی زبده و کاربلد، آب را از محل انشعاب اصلی جوی از دره (تصویر ش ۱۰) وارد جوی کرده و تا انتهای مسیر (آخرین باغ) را نظارتی دوباره کرده تا از نبود نشتی و پرت آب در طول مسیر مطمئن می‌شدند. هر جایی هم نیاز بود، خلل و فرج‌ها را با گل و سنگ اندود کرده و مجاری احتمالی را پر می‌کردند که حداکثر بهره‌وری را از آب بنمایند.

سَراو کَرْدَی؛ Sarâw karday

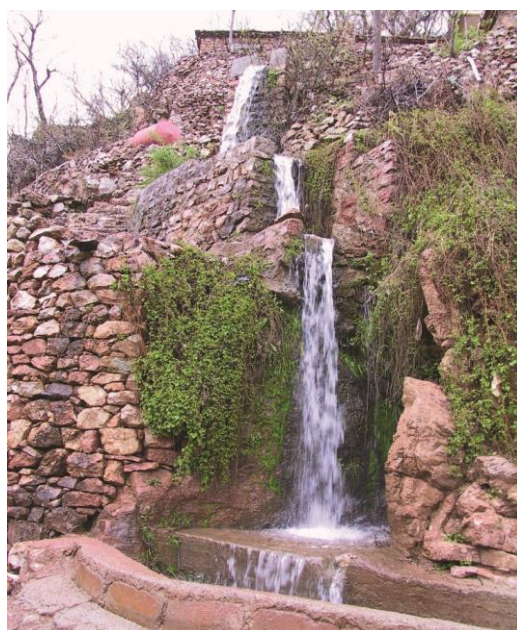
اولین آبیاری باغ بعد از اتمام فصل زمستان و قبل از شروع گرمای هوا و در واقع هم نوعی آبیاری اندک و مختصر باغ و هم نوعی تمیزکاری جوی‌های داخل باغ و Bangâ و Q'lwaz ها و... نیز می‌باشد. زمان این کار اواسط تا اواخر اردیبهشت ماه و بسته به فصل بارانی آن سال می‌باشد؛ یعنی اگر بارندگی باشد به تأخیر می‌افتد و اگر نباشد، زمان آن زودتر فرا می‌رسد.

نوباو؛ Nôbâw، سهمیه‌بندی و تقسیم آب

هر جوی آبیاری جهت تعدادی از باغ‌ها و در کل منطقه‌ای از باغستان‌ها می‌باشد. این تعداد باغ از نظر بزرگی

و کوچکی باغ، وسعت باغ، دوری و نزدیکی باغ و در نتیجه دسترسی آسان به آب و چندین آیتم دیگر؛ سهمیه آب آن‌ها و نیز روز و ساعت دریافت آن با همدیگر فرق دارند و در واقع امر متفاوت هستند. این تقسیم‌بندی از گذشته‌های دور تا کنون بجز در مواردی که باغی به آن محدوده اضافه شده باشد که آن هم به نوعی تامین آب شده؛ با کمترین تغییراتی وجود داشته و کمتر موردی بر سر تقسیم آب در بین اهالی اختلافی بوجود آمده است. تعویض نوبت آبیاری هر باغدار با فرد بعدی طی زمان مشخص شده قبلی است و در اصطلاح محلی زمان چنین تعویضی را «نوبه» گویند. چنین تقسیم بندی آبی نشانگر نظام‌های اجتماعی فرهنگی خاص

حاکم مبتنی بر دانشی بومی در هورامان بوده و هست. سهم آب را در هر روستا بر اساس ۲۴ ساعت شبانه روز از کل آب، در نظر می‌گیرند و سهم آب هر شخص را نسبت به سهم آب کل روستا و یا در اصل سهم کل زمین‌های آبی تعیین می‌کنند. برای تعیین این سهم و تقسیم آب، شاخصی مرسوم است که بر اساس ترکیب چند عنصر زراعی محیط جغرافیایی هورامان، یعنی بَنگا (Bangâ) و تَلاَنه (Tlâna) انتخاب شده است که در ادامه بیشتر مورد بحث قرار می‌گیرد.



شکل ۳- قلوز؛ Qlwaz. آبشار کوچک داخل باغ

هَماو Hamâw یا گروه هَماو؛ گروه هم آب
برخلاف ایران شرقی و مرکزی که گروه‌های هم- آب بر اساس مالکین (خرده مالک تا سطح دقیقه و مالکین تا سطح چند ساعت)، پایین و بالا دارد (صفی‌نژاد و طهماسبی، ۱۳۶۶: ۳۲-۳۴) در هورامان بر اساس صاحبان باغ بوده و گروه‌های هم‌آب تا سطح چند ساعت و گاه نصف و تمام روز نیز می‌رسد؛ اما از نظر تعداد نفرات گروه هم‌آب که متفاوت و نابرابر می‌باشند، شبیه به هم می‌باشند. واحد زمان بندی آبیاری سنتی در سراسر هورامانات

شبانه‌روز است که در آن بر اساس منطقه‌ای و اقلیمی، بزرگی و کوچکی باغ و منطقه مورد آبیاری، بارندگی سالیانه و... دارای تقسیمات دقیق، حساب شده و از نظر جامعه شناسی قابل توجه است. گروه هَماو به دسته چند نفر باغدار گویند که در یک نوبت، آب گرفته یا آبیاری کرده‌اند و سهم آن‌ها در نوبت بعدی شبانه روز برای هم گروه‌های دیگر جابجا شده و قابل اجرا بوده و هست. گروه‌بندی‌های موجود در نودشه بر اساس همان سیستم قدیمی و بازمانده نیاکان، بر اساس قوانین نانوشته عرفی سنتی و محلی

می‌باشد. بزرگی و کوچکی و جمعیت گروه‌های هم‌آب متفاوت و بر اساس نوع جوی، بزرگی و کوچکی جوی و تعدد باغ‌های آبیاری شده با جوی، فصول بارندگی و... فرق می‌کند، ولی در مجموع تا کنون به کسی ظلم نشده و همه از سهم آب خویش سیراب می‌گردند. تعداد باغ‌های آبیاری شده در هر نوبت گروه هم‌آب در طول شبانه روز متفاوت و بسته به مساحت باغ، مقدار آبدهی دره، آبدهی شاجوی اصلی، دوری و نزدیک به منابع تأمین کننده آب فرق می‌کند. تعویض حقاچه هر گروه در زمان مشخصی آغاز می‌شود که در اصطلاح محلی به آن نوبه گویند. بطور کلی گروه‌های هم‌آب به دو دسته روزانه و شبانه تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) روزانه: بیشتر در موسم آب زیاد (فصل بهار و اوایل تابستان) و نزدیکی به چشمه‌ها و منابع آب سردست دره و بزرگی مساحت باغ شناسایی می‌شوند.

ب) شبانه: همان طوری که در ادامه بیشتر بحث می‌گردد، در مواقع کم آبی و بیشتر جهت فصول کم آب و باغ‌های مناطق دورتر می‌باشد.

شَواوه؛ Šavāva (شب آب)

در یک حالت ساده، به نوبت‌بندی آب در شب گویند. یکی دیگر از نوبت‌بندی‌های رایج آب در بین اهالی و آن موقعی است که مقدار دبی آب بخصوص در فصول گرم سال و سال‌های کم آب، کم شده باشد. بدین ترتیب که اغلب جهت باغ‌های دورتر در اینگونه مواقع به جهت کفاف کردن آب و جلوگیری از هدر رفت و تبخیر بی‌مورد آب انجام می‌شده که معمولاً موعد آن در هنگام عصر و اوایل غروب بوده و هست. نکته حایز اهمیت در این مورد رسیدن موعد آن و پذیرش همگانی آن بوده است، به طوری که با کم شدن آب دره تا یک حدود مشخص و بدون اندازه‌گیری مردم قبول کرده‌اند که موقع شب‌آب است. در بیشتر اوقات از تقویم‌های طبیعی جهت این کار استفاده شده است و با مرسوم شدن ساعت هم‌کارایی و پذیرش لازم را دارد. بدین ترتیب که بخش‌های بالایی دره به جهت

نزدیکی به منبع آب و عدم فرصت کافی آب برای تبخیر زیاد در هنگام روز آبیاری کرده و شب هنگام آب را در دره رها کرده تا به باغستان‌های پایین دست هم رسیده و آنها هم آبیاری کنند. آب را گل نکنیم، چرا که در فرودست مردم آبیاری می‌کنند. بعنوان نمونه‌ای زنده از یک تقویم طبیعی؛ صخره‌ای سخت و سنگی در قسمت غربی نودشه و روبروی باغ‌های منطقه Baranô به نام تَوَتو شَواوی؛ Tawanô Šawawê که به معنی صخره شب‌آب است تا چند سال پیش وجود داشت و موعد رسیدن سایه‌های قسمت غربی دره به نوک این صخره که عصر هنگام می‌بود، آب دره از باغ‌های بخش‌های بالایی قطع و به جهت آبیاری باغ‌های پایین دست رها می‌شد. در سایر قسمت‌ها نیز به همین ترتیب نشانی برای ماه‌های مختلف وجود داشت.

(شیوه‌ی آبیاری) آوداره‌ی؛ Āwdāray

آبیاری از نظر علمی تعابیر مختلفی دارد اما به معنای واقعی کلمه، پخش آب روی زمین جهت نفوذ در خاک برای استفاده گیاه درخت و تولید محصول می‌باشد. هدف اصلی آبیاری فراهم ساختن آب کافی برای گیاه به منظور بدست آوردن محصول مطلوب و اقتصادی می‌باشد. انتقال منابع آب سطحی در منطقه‌ی مورد مطالعه اغلب با استفاده از نیروی ثقلی صورت می‌گیرد. بافت و ساختار طبیعی کوهستانی و جلگه‌ای دره‌هورامان لِهون و تخت و وجود شیب‌های ملایم تپه ماهوری در اغلب مناطق ژاوه‌رود امکانات بسیار مناسبی را در استفاده از شیب زمین برای انتقال ثقلی آب فراهم کرده است. در منطقه‌ی هورامان، منابع آب موجود از چشمه‌ها و یا ذوب برف و جریان آن در دره‌ها و تأمین می‌شده که طی سازوکارها و برنامه‌ریزی‌های خاصی مبتنی بر دانش بومی، کار تقسیم آب بر اساس نظام آبیاری رایج در منطقه به عالی‌ترین وجهی زمان‌بندی شده و به فراخور میزان باغات افراد جهت آبیاری باغ در اختیار آنان قرار گرفته است. همچنان هم با آن شکل و سیاق سابق امروزه هم ادامه دارد. این نظام آبیاری بر اساس یک دوره‌ی زمانی شبانه روز بنا گردیده که به دو نوبه؛ Nôbaw

شب و روز تقسیم شده است. شیوه مرسوم در این نوع آبیاری نوبتی به این شکل است که ساعاتی از شبانه روز، آب در اختیار اهالی یک منطقه‌ی باغی که صاحب باغ بوده و در مسیر جویی مشترک قرار دارند، قرار می‌گیرد. بر اساس برنامه زمان‌بندی شده که از نیاکان خویش به ارث برده‌اند، نوبت آبیاری مناطق باغی مورد نظر رعایت می‌شود و بعد، آب مورد نظر باغ شخص استفاده کننده در پایان زمان تعیین شده بلافاصله قطع و به نوبت بعدی اختصاص داده شده رسیده و این روند همچنان به طور لاینقطع ادامه می‌یابد. البته آب آبیاری جهت سبزی و یا زراعات کوچک با همیاری و گذشت صاحبان نوباو؛ Nôbaw آب از این شیوه‌ی مرسوم خارج است. در نهایت، انتخاب مناسب‌ترین

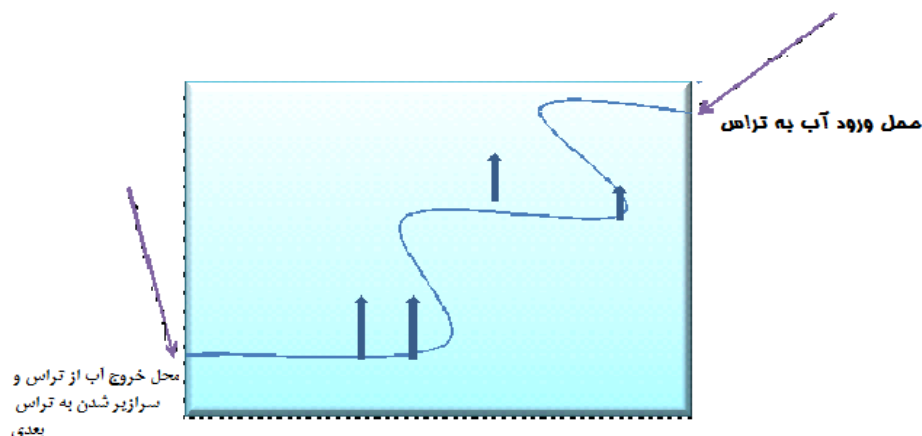
سیستم آبیاری با استفاده دانش بومی بوده است. اعمال مدیریت کارآمد در زمان و مقدار آب آبیاری، تسطیح، تجهیز، نوسازی و یکپارچه سازی، تعیین مقدار تحت آبیاری در فصول مختلف و ساعات شبانه‌روز، انتخاب بده ورودی مناسب و... از جمله عواملی هستند که در تلفات آبیاری نقش بسزایی داشته و انتخاب صحیح آنها باعث بهبود بازدهی آبیاری می‌گردد. در غیاب وسایل مدرن اندازه‌گیری، تخمین‌های اساسی و برآورد مقدار محصول سالانه در نودشه، با ضریب اطمینان بالایی، موید راندمان بالای آبیاری در گذشته‌ای نه چندان دور بوده است. یکی از شاخص-هایی که برای ارزیابی مدیریت آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، کارایی بهره‌وری آب^۱ است.

جدول ۱- اهداف باغداران در انتخاب نوع نظام آبیاری در مناطق هورامان (پژوهش نگارنده)

هدف به ترتیب اولویت
قابلیت کارایی روش آبیاری با توجه به وضعیت منابع آبی منطقه
قابلیت کارایی روش آبیاری با در نظر گرفتن شکل هندسی، توپوگرافی منطقه و مساحت باغ
سازگاری از نظر فرهنگی و اجتماعی
بهره‌وری آب؛ Water Productivity
قابلیت استفاده در شرایط مختلف بهره برداری از زمین و منبع تأمین آب

آبیاری به نوبت انجام شده و با توجه به قرائن و شواهد، یکی از منظم‌ترین شیوه‌های آبیاری در جهان است. به گونه‌ای که تاکنون و با وجود پیشرفت وسایل و ابزارآلات و تولید انواع ادوات مدرن و صنعتی و برنامه‌های مدیریتی باغداری و آبیاری؛ برنامه‌ای جایگزین که بهتر از آن نظام آبیاری قدیمی هورامان باشد، جهت آن پیشنهاد نشده است. آبیاری به دور روش تقسیم بندی آب بر اساس ساعت (روش جدید) و آبیاری بر اساس موقع شب و روز و موقعیت خورشید انجام می‌گیرد. در این روش، آب از سرچشمه اصلی خویش داخل جوی یا کانال اصلی آب جریان پیدا کرده و هر باغی از یک یا چند (بسته به وسعت و طول عرضی باغ) بَنگا؛ Bangâ آب دریافت می‌کند. معمولاً آب از Bangâهای اصلی با یک آبشار کوچک به داخل باغ سرازیر شده و از آنجا به جوی‌های کوچک داخل تالانه؛

Tfâna تراس و در نهایت پای درخت هدایت می‌گردد. دور تنه درختان بزرگ را گوله؛ Gôl درست کرده تا زمان ماند آب در آن بیشتر شده و به خوبی ریشه‌های عمیق درخت را سیراب کند. بعد از آبیاری اولین درختان در هر تراس، آب جوی داخل تراس به علت شیب ملایم جوی پایین‌تر رفته و همانطور که درختان و درختچه‌های مسیر را آبیاری می‌کند؛ از تراس بالایی با آبیاری زیبا به نام قلوژ؛ Qlwaz به تراس پایینی فرو ریخته و به همین ترتیب تراس بعدی را سیراب و تا نهایت باغ، این کار تکرار می‌گردد. بسته به وسعت تراس، از یک تا چند جوی در آن کشیده شده است. به تراس‌های بزرگ که چند اصله درخت توت یا گردو در آن کاشت شده باشد، تخته؛ Taxta گویند. به Taxta درختان گردو ماوه‌زا؛ Mâwazâ هم گفته می‌شود.



شکل ۴- ورود و خروج آب به تراس بصورت شماتیک و محل قرار گیری درختان

بنره مالای؛ Bnara Mâlây

به عمل پاک کردن زمین زیر درختان توت گویند. به جهت اهمیت اقتصادی محصول درخت توت در گذشته و حال و ذات نوع میوه آن (نرم و لطیف بودن) و به همین دلیل، احتمال ضایع شدن و از بین رفتن این محصول و در

نتیجه برداشتی پاک و تمیز؛ بعد از علف چینی باغ^۱، زیر درختان توت را با نوعی جاروی ویژه که اغلب از شاخه درختچه‌های تَرینه؛ Tařinë تهیه می‌شود، زیر درختان توت را جارو کرده و هر چند روز یکبار بسته به رسیدن میوه توت و افتادن آن‌ها و قبل از آبیاری باغ با یک گل^۲؛ Gal توت‌ها را جمع‌آوری می‌کنند.



شکل ۵- تراس‌های کوچکتر (Kûzlê) در دامنه‌های با شیب زیاد. نوعی تراس‌بندی روی خطوط تراز Contour-bench terraces

۱. در اواسط تا اواخر اردیبهشت ماه علف‌های هرز روئیده در تلان باغ‌ها و لابلاي درختان باغ به منظور پاکسازی باغ از علف‌های مذکور، هرس کردن و تهیه علوفه دام، کنده شده و به اصطلاح درو می‌گردند. که با یک حرکت جمعی و تعاون مانند این کار انجام شده که یکی از انواع رایج گل‌ها می‌باشد.
۲. یک حرکت دسته جمعی و تعاونی مانند جهت هر نوع کاری. در این امر، چندین نفر توانا بسته به نوع کار فرد مورد نظر، به کمک آن رفته و کار او را با هم و بصورت همیاری اهالی انجام می‌دهند. او هم در مواقعی دیگر که آن‌ها

نیاز دارند به کمک آن‌ها رفته و در واقع جبران می‌کنند. به این عمل متقابل دستوام؛ Dasawâm گویند. نوعی بازیس دهی وام گرفته شده می‌باشد. جهت آگاهی بیشتر در مورد انواع و اقسام و نیز چگونگی و روش انجام این نوع گل‌ها در منطقه هورامانات به کتاب «سرودهای دینی و اجتماعی مردم هورامان» نوشته ایوب روستم، انتشارات مرکز فرهنگی هورامان، سلیمانیه، صص ۴۵ تا ۴۷ مراجعه شود.

باغ‌های نودشه بصورت یک کلیت قطعه قطعه و جدا از هم و در عین حال دارای خصوصیتی مشابه، مجموعه‌ای از معماری، طبیعت دوستی و پاسداری از آن در حین بهره‌برداری و هنر می‌باشند که بصورت مطلوب و مناسبی با هم تلفیق شده‌اند. چنین باغ‌هایی از معدود باغ‌های باقی مانده در جهان هستند که هنوز، محصولات تمام ارگانیک تولید کرده و از این نظر بایستی در فهرست آثار ملی و جهانی ثبت گردند. به استثنای دره‌های کم عمق و زمین‌های پایین شهر و روستاها (به اصطلاح زمین‌های در مسیر آب)، دامنه کوه‌ها هم با انگور و گلابی دیم پوشیده شده و نوعی انگور سیاه دیم در کوهستان‌های نودشه بعمل می‌آید که هم‌تراز آن در کمتر جایی دیده شده است. این باغ‌ها در گذشته‌های نه چندان دور علاوه بر تأمین ارزاق خانواده، منبع مهم کسب درآمد برای اهالی و از منابع عمده مهم ارتباطات خارج از محدوده جغرافیایی هورامانات با مناطق اطراف و زمین‌ها و دشت‌های مجاور بوده‌اند. بدین صورت که محصولات بعمل آمده باغ‌های این مناطق با گندم و جو و دیگر مایحتاج ضروری و دور از دسترس شهرها و روستاهای این مناطق گاه بصورت وِج به وِج؛ waj ba waj (کالا به کالا) و گاه با سکه و یا هر معیار رایج دیگر آن زمان مبادله می‌شد. از این طریق با اقوام و ملل

همسایه آشنا شده و باعث بوجود آمدن یکسری ارتباطات و تبدلات فرهنگی که گاه بصورت زنجیره‌ای تکرار می‌شد، می‌گردید. حتی برخی اوقات به ازدواج و بوجود آمدن رشته‌های خویشاوندی در بین مردمان این سامان با دیاری دیگر می‌گردید.

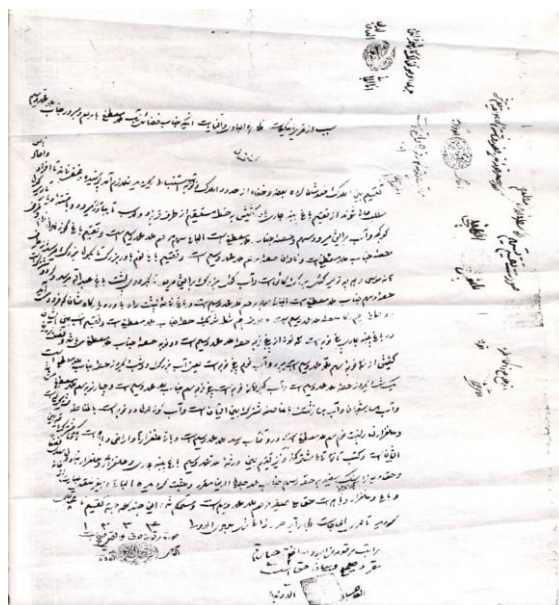
اغلب اوقات و در اکثر موارد به سبب نبود زمین کافی جهت کشت و باغداری، زمین‌های پراکنده و فواصل سنگ‌های سخت و سرکش صخره‌ها را تراشیده، سنگ‌ها را درآورده، جابجا کرده و اقدام به تراس بندی جهت درخت- کاری نموده است. جهت تأمین خاک مورد نیاز هم خاک را از ارتفاعات پست و پایین‌تر برداشت، با کول حمل کرده و در چنان فاصله‌هایی ریخته و اقدام به کاشت نهال درختان مورد نظر خویش کرده است. آفرینش چنان هنر و صنعتی در دل آنچنان طبیعت وحشی و بکری؛ بزرگی فطرت و عظمت روح و اندیشه هورام‌ها را می‌رساند که خود از روش‌های حفاظت خاک و آب در مناطق شیبدار می‌باشد، زیرا با تراس بندی دامنه‌های شیب‌دار منطقه، شیب زمین شکسته شده و سرعت جریان آب کاهش یافته و در نتیجه آب (باران یا آبیاری) زمان بیشتری جهت نفوذ خواهد داشت.



شکل ۶- تراس‌بندی در بین صخره‌ها

۱. بطور مثال در هوار هانه مول؛ Hawârû Hânaw Môlê، سینه آخر بی؛ Sinaw âxr Bê، هانه دشتی؛ Hânaw Daštê ... یا باغ‌های نسار، نساوو شیخای، هوارزه، ویرانه ... و بویژه در ییلاق‌های کم آب، خانه‌های ییلاقی را در نزدیکی چشمه آب، برپا نکرده‌اند، بلکه این ییلاق‌ها همواره چند صد متر و یا حتی بیشتر از آن از چشمه آب، دورتر بوده‌اند. این کار با برنامه‌ریزی درست و اصولی و کاملاً فنی برای جلوگیری از آلودگی، اسراف و هدر دادن آب بوده است. زنان هوار با تحمل رنج زیاد آب را به ییلاق حمل کرده‌اند. بنابراین هرگز

دارای اهمیتی دوجندان باشند. دستیابی باغداری پایدار، امنیت غذایی و تنوع^۱ تولید محصولات، عمدتاً با بهره‌گیری از دانش بومی منطقه و سازگار بوده و خوداتکایی در تولید محصولات باغی را در پی داشته است. می‌توان از نظام آبیاری هورامان با عنوان ناژین (Āzin) نام برد (هاشمی، ۱۳۹۰: ۵) که در اصطلاح محلی به معنی آبیاری و زندگی بخشی است هرچند که در مقاله‌ی هاشمی به معنی سیراب شدن خاک آمده است (همان، ۵۰).



شکل ۷- سند ناژین (تقسیم آب جهت باغات نوم روستای دولاب؛ دوران سردار رشید آخرین حاکم اردلان)
مأخذ: به نقل از هاشمی، ۱۳۹۰: ۹

چنان شرایط و مشکلات و گرفتاری‌های بعدی هویدا می‌شود. متأسفانه در این اواخر و به بهانه استفاده بهینه از آب و منابع آبی و صد البته بدون در نظر گرفتن شاخصه‌های هویتی و فرهنگی مرتبط با بحث آبیاری سنتی، طرح آبیاری قطره‌ای از طرف برخی از نهادها و ادارات مرتبط جهت اجرا در هورامان داده شده و با کمال تأسف در برخی جاها در حال اجراست که بنظر راقم این مقاله بنا به دلایل زیر غیر کارشناسی و با مقتضیات فرهنگی هویتی و حتی باغداری منطقه سازگار نبوده و کارا نمی‌باشد:

الف. از بین رفتن نظام آبیاری بومی منطقه که بر پایه تجربیات دست اول چندین قرن نیاکان این سرزمین استوار

ویژه‌ای برخوردار است. نباید گذاشت که این پشتوانه‌ی استوار فرهنگی از رونق افتاده و غبار تکنولوژی و روش‌های مدرن اما ناهمگون با سنت و فرهنگ این بوم‌سرای کارکرد آن‌ها را به بوته‌ی نسیان سپارد. فراموش نشود که همین جوی‌ها و قلوژها، دیرزمانانی مایه‌ی دلگرمی و آسایش خاطر مردمان هورامی و مقاومت و ایستادگی آن‌ها در بحران‌ها بوده‌اند. اکنون هم می‌توانند علاوه بر کارکرد سنتی خود، از نظر میراث فرهنگی و در جذب توریست

چنین نظام آبیاری، از مهمترین شاخصه‌های فرهنگی در باغداری هورامانات است که بطور مشهود و بصورتی برجسته خودنمایی می‌کند و در آن ریزفاکتورهای روابط اجتماعی، تعامل و همکاری مردم با همدیگر، پرهیز از بحث و جدل‌های فرسایشی و بی‌مورد، استفاده بهینه از امکانات و تطبیق انتظارات با واقعیات موجود و حداکثر بهره‌وری از آب و... در حد اعلای خویش وجود داشته و رعایت می‌گردند. بحث آبیاری و کانال‌های مورد نیاز آبیاری در باغ‌های منطقه با آن بافت توپولوژیک خاص و وجود تمام ناهمواری‌ها و کوهستانی بودن منطقه است که گاه باغ‌هایش در شیب نزدیک به ۸۰ درجه بنا شده‌اند؛ و بالتبع آن مساله تامین آب و آبیاری مشکل در چنان شیب‌ها و

شده است. توضیح اینکه هر نظام بومی بخشی از بدنه فرهنگ و زبان آن مردم و سامان آن ملت می‌باشد.

ب. از بین رفتن دانش بومی باغداری منطقه و در نهایت زدودن رد پای نیاکان از منطقه

ج. از بین رفتن خیل عظیمی از واژگان مورد استفاده و روزانه کاربردی مرتبط در مبحث آبیاری و در نتیجه ضربه‌ای جبران ناپذیر به کلیت پیکره فرهنگ و بویژه زبان هورامی.

د. از بین رفتن جنبه‌های زیباشناسی بصری در باغداری هورامان. صدای ترنم و ریزش آب از آبشارهای کوچک داخل باغ و تصاویر بدیع و چشم‌نواز بوجود آمده از این طریقه؛ و در نهایت ضربه مهلک و جبران ناپذیر آسیب جدی به باغداری هورامان. درختان باغستان‌های هورامان اغلب درختانی تنومند و محکم با ریشه‌های به درازی طول درخت بوده و آبیاری قطره‌ای آب را در سطحی محدود و تا عمقی محدود برده و بنظر می‌رسد از این طریق ریشه‌های درختان سطحی شده (بدنبال آب به سطح آمده) استحکام و تنومندی درخت را از آن گرفته و نتایج ناگوار بعدی. در حالیکه در نظام آبیاری سنتی ریشه‌ها در عمق گسترده شده و در پهنای وسیعی پراکنده شده‌اند.

آب در فرهنگ بومی هورامان

سخن از آب، سخن از زندگی است، آب و آبادانی. داستان تلاش در جستجوی زیستن. اگر آب مایه حیات است و در رگ هستی جریان دارد، تشنگی می‌زداید و دیدنش دلپذیر و آوایش دلنواز است، باید که هم اندیشه کرد و بدستش آورد و هم به خوبی از آن حفاظت و بهینه مصرفش کرد. نظام آبیاری تأثیر در این مسیر و رو به این هدف دارد. فن و هنری که همگان ندانند و هورام‌ها از دیرباز تاریخ تا کنون آن را فرا گرفته و محافظت کرده‌اند.

این روش قدیمی‌ترین و معمولی‌ترین روش کاربرد آب در باغ بوده و از اهمیت خاصی برخوردار است. سرزمین کوهستانی هورامان با کوه‌های مرتفع و برف‌گیر، یکی از منابع عمده آب‌های زلال زیرزمینی در غرب کشور می‌باشد. چشمه‌ها و رودخانه‌های فراوانی از دل کوه‌های سر به آسمان ساییده این کهن دیار جوشیده و خروشان در دره هایش جاری می‌شوند و در طول مسیر خویش مناظر زیبا و چشم‌نوازی از باغستان‌های آن دیار را به نمایش می‌گذارند. آب مایه حیات است و در ارزش و اهمیت آن همان بس که گفته‌اند: آب و آبادانی؛ *Âwi w Âwadâni*. در هورامان از زمان‌های دور در حفظ و پاسداشت آب نهایت توان و تلاش خویش را بکار برده و حتی الامکان از آلوده کردن آن پرهیز کرده‌اند. آلوده کردن آب عقوبت سختی در پی داشت، چرا که آنها آب را فهمیده و گل نکردنش را نیز یادم هست آن روزگارانی که مادرم تعریف می‌کرد و می‌گفت: آن وقت‌ها چنین نبود و در مواقع نیاز با علم به مطهر بودن آب، از آب دره هم جهت مصارف آشامیدن استفاده می‌کردیم. رودخانه خروشان سیروان در مسیر چندین و چند روستا قرار داشته و قدیم تا رسیدن به منتهی الیه نودشه در زلته آب آن همچنان پاک و زلال بود و بر اساس قانونی نانوشته کسی اقدام به آلوده کردن رودخانه نمی‌کرد. از همین مورد و در راستای استفاده بهینه از آب، آسیاب‌های قدیمی زیادی در نودشه ساخته شده و در گذشته‌های نه چندان دور مورد استفاده بوده‌اند. از معروفترین آنها که هم اکنون هم دیواره تنوره آن باشکوه رخ می‌نماید آسیاب سلطان؛ *Âsâvû Sâni* می‌باشد. ارتفاع تقریبی تنوره آن تا شش متر رسیده و آب از دهانه آن که دارای قطر یک و نیم متری می‌باشد، با فشار به پایین ریخته و پره‌های آسیاب را که در دهانه‌ی خروجی تنوره آسیاب قرار داشته، چرخانده و آسیاب را به حرکت وا داشته و گندم، ذرت یا جو مورد نظر را به آرد تبدیل کرده است.



شکل ۸- تنوره آسیاب سلطان در منتهی الیه جنوبی نودشه

می‌گردد. از معروف‌ترین آسیاب‌هایی که در نودشه بوده‌اند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- (۱) دو دهنه آسیاب دَرَو گَرار؛ *Âsâvû Daraw Grârâ*
- (۲) آسیاب امین بیگ؛ *Âsâvû AminBagi* پشت *Daraw Masûrâ*
- (۳) آسیاب سلطان؛ *Âsâvû Sâni*
- (۴) آسیاب حاجی شهاب؛ *Âsâvû hâji Šahâbi* پشت *Daraw masûrâ*
- (۵) آسیاب بابا ناله؛ *Âsâvû Bâbâ Nâlay* پشت *Daraw masûrâ* جنب شاه توت‌ها (*Lâ Tfarwanâ*)
- (۶) آسیاب سَر تنور؛ *Âsâvû sartanûri* پایین‌تر از آسیاب بابا ناله
- (۷) آسیاب ملا نیزام؛ *Âsâvû Malâ Nizâmi* در محله قلعه
- (۸) آسیاب ملا ثولغنی؛ *Âsâvû Malâ Awlqani* خط الراس جنوبی *Qalâvalyâni* و روبروی باغ‌ها منطقه سیروان‌سک
- (۹) آسیاب مامیسی؛ *Âsâvû Mâmisê* واقع در سرچشمه جوی هورازا
- (۱۰) آسیاب ملا جبار؛ *Malâ Âsâvû Jabârî* حد فاصل بین آسیاب *Mâmisê* و *Awlqani*

منابع آب

بر خلاف نظر ازکیا و رستمعلی‌زاده که سه منبع مهم آبیاری در طول تاریخ ایران را به ترتیب اهمیت؛ قنات،

متاسفانه بدلیل عدم انجام کاوش‌های باستان‌شناسی زمان ساخت آن و دیگر آسیاب‌های موجود در منطقه روشن نشده و تاکنون نیز تحقیقات جدی در این مورد صورت نگرفته است؛ اما بگفته غیر رسمی یکی از کارشناسان باستان‌شناسی محل، شاید زمان ساخت آن‌ها به دوره‌های صفویه و یا قبل آن برسد. ساختمان کلی این نوع آسیاب‌ها شامل آبراه آبگیری متصل به یک منبع اصلی تامین آب و در اینجا چشمه‌ی سیروان‌سک بوده که به دهنه اصلی استوانه‌ای یعنی تنوره آن رسیده و آب از آنجا با فشار و در اثر نیروی ثقل خویش به پایین و روی پره‌های آسیاب ریخته و با استفاده از نیروی وزن خویش پره‌ها را چرخانده است. در کنار آن ساختمان اصلی آسیاب و دیگر ادوات و وسایل مورد نیاز برپا بوده است، که هم اکنون هم آثار و بقایای آن هویداست. ساختمان تنوره و نوع مصالح بکار رفته در آن سنگ و نوعی ملات شبیه به سیمان است که با گذشت سالیان دراز و سرریز شدن و سرازیر شدن آب بر ساختمان آن هنوز که هنوزه از استحکام آن کاسته نشده و به استثنای چند سنگ از لبه بالایی آن، ساختمان آن پابرجا، محکم و استوار به اندازه قامت تاریخی‌اش خودنمایی می‌کند. نکته جالب توجه و مورد نظر این مقاله، در این نوع آسیاب‌ها دبی آب مصرفی است که هیچ نوع حجم آبی مصرف نمی‌گردد و به همان میزان آب که وارد آسیاب می‌شود، همان میزان دبی آب هم خارج شده، به مصارف باغداری رسیده و تنها از انرژی نهفته و درونی آب استفاده

رود و چشمه می‌شمارند (ازکیا و رستمعلی‌زاده، ۱۳۹۳؛ ۱۳)، در هورامان از گذشته‌های دور تا کنون منابع مهم آبیاری به ترتیب اولویت؛ چشمه، رواناب حاصل از ذوب برف در دره‌ها، آن هم تنها در ماه‌های خاصی از سال و به ندرت هم کاریز آن هم به شکل سنتی آن و در واقع همان استحصال از چشمه و مضاف بر آن بیشتر بصورت خصوصی بوده است.

آب مورد نیاز باغبانی نودشه از چهار منبع زیر تامین می‌شود:

چشمه



شکل ۹- جوشیدن چشمه از دل صخره

دره (حاصل ذوب برف و رواناب جاری چشمه‌ها)

کاریز یا کیه؛ kiyê

فاضلاب شهر (باغ‌های مناطق نزدیک و پایین دست شهر)

بافت سنگلاخی، شیب زیاد دامنه‌ها، دره دره بودن و توپوگرافی خاص منطقه باعث شده است که بیشتر منابع آب آن بصورت چشمه‌های خودجوش فصلی و دائمی باشند که بعد از فوران از سرچشمه اصلی در اغلب موارد وارد دره فرعی و اصلی شده و آن هم بعد از طی مسیری کوتاه به هم پیوسته و آب دره‌ها را تشکیل می‌دهند. در طول مسیر دره‌ها که دامنه شیب‌دار کوه‌ها از خط الرأس و قاعده آن‌ها شروع می‌شود، بسته به وسعت محدوده باغ‌های مسیری ویژه جوی‌های آب تعبیه شده و آب جاری دره را با جوی مورد نظر به سمت باغ و درخت هدایت می‌کنند. در مواردی هم که چشمه نزدیک باغ بوده و کم آب باشد و یا به طور کلی به دلیل کمبود آب از هسارهای ذخیره‌ی آب استفاده می‌کنند. در اینجا بنا به قانونی نانوشته اما تعهددار و لازم‌الاجرا، هر باغدار بسته به مساحت باغ خویش، دبی معین و مدت زمان مشخصی آب در اختیار داشته و بعد از آن آب در اختیار فرد دیگر و باغی دیگر قرار می‌گیرد. در حال حاضر در نودشه کانال‌های آبیاری بزرگی (شاجو) وجود دارند که در ادامه اسامی برخی از معروفترین آنها با ذکر مشخصاتی چند نوشته می‌شود.

مشخصات برخی از شاه‌جوی‌های آبیاری در نودشه

جوی‌های آبیاری باغستان‌های هورامانات به استثنای اندک شماری که از طریق استخرهای سنتی قدیمی یعنی هسارها تغذیه شده و دارای چشمه اصلی تامین آب می‌باشند؛ همگی از دره‌هایی که آبی روان در آنها جریان

۱. مورد فوق به استثنای حالتی است که چشمه مورد نظر در ملک شخصی فرد باشد. که آن هم دو حالت دارد: (۱) اگر دبی آب چشمه توانایی آبیاری باغ شخص را داشته باشد، بعد از سیراب شدن باغ فرد، اضافه آن در جوی‌های آبیاری پایین دست جمع آوری شده و به مصرف سایر باغ‌ها می‌رسد. (۲) اگر دبی آب چشمه توانایی آبیاری باغ شخص را نداشته باشد، یعنی مقدار آن کم باشد، با بستن هساری؛ Hasâri، مانع هدر رفت آب شده، آن را کم جمع-آوری کرده و در روز بخصوصی در هفته به مصرف باغ می‌رسانند و جهت هفته‌های بعد هم به همین منوال و تکرار. مورد دوم جهت باغ‌های عمومی محدوده مشخصی هم کاربرد دارد. بسان باغستان‌های هانه کول؛ Hânakôl. در این حالات با فرا رسیدن لحظه پایانی آبیاری باغ اول (نوبت و سهمیه‌بندی آب)، باغدار دومی سوراخ خروجی آب استخر را توسط چوبی بلند و زبانه

مانند، بَرخولونه؛ Baraxôlwina (در آشتیان می‌لم غسل گویند؛ صفی‌نژاد و طهماسبی؛ ۱۳۶۶؛ ۲۵) یا گل اندود کردن مسدود کرده و عملاً آب در اختیار باغدار بعدی قرار می‌گیرد. البته لازم به ذکر است که باغدار دومی بایستی تا زمان پر شدن دوباره هساری منتظر مانده و بعد از پر شدن هساری دهانه آن را باز کرده و آب را به باغ خویش هدایت نماید. در این صورت آب با قدرت، تحرک و فشار بیشتری در جوی آب جریان یافته و مورد استفاده قرار می‌گیرد. باز شدن هساری جهت این باغ بخصوص تا اتمام نوبت و شروع نوبت بعدی و فرد دیگر ادامه می‌یابد. در برخی از جاها هم با علم به مرطوب و نمناک بودن محدوده مشخص مکانی، مردم محل دست به احداث کاریز زده و آب بدست آمده جهت مصرف باغ تقسیم‌بندی می‌گردد. کاریز سَرْدَوره و سَرچمه (شرق و غرب نودشه).

مسیر دره‌ها که اغلب اوقات شیبی متوسط و نزدیک به تند دارند، در جایی مشخص که قابلیت و پتانسیل آبیاری باغ‌های قسمتی را داشته است، مبتدای کانال آبیاری آن قسمت است که به آن بنجو؛ Bnjô گویند.



دارد منشعب می‌شوند. منابع تامین آب دره‌ها نیز در اوایل فصل بهار و فصول بارندگی از راه ذوب برف‌ها و جاری شدن آب در آن‌ها و در دیگر فصول حاصل از جوشش آب چشمه‌سارهای متعددی است که به دره‌ها می‌ریزند. در



شکل ۱۰- محل انشعاب آب از دره (بنجو)

پایینی آن هدایت کرده و در جریان این کار آبیاری مورد نظر انجام می‌گیرد. البته در طول مسیر و در جاهایی که شیب کوه خیلی زیاد بوده و آب فرصت کافی برای نفوذ در زمین را پیدا نمی‌کند بوسیله گذاشتن مانع و درست کردن گول؛ Gol عمل مورد نظر را انجام می‌دهند. با توجه به بافت خاص منطقه، در این امر انواع موانع بر سر راه جوی قرار گرفته که بایستی تمام آنها برداشته و یا به نوعی قابل استفاده و رام گردند. انواع موانع شامل دره، سنگ بزرگ و گاه صخره‌های عظیم می‌باشند. جوی‌های آبیاری به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های شبکه آبیاری و زهکشی، نقش موثری در کاهش تلفات و بالابردن راندمان انتقال آب دارند. در کل این جوی‌ها را می‌توان در گروه آبراهه‌های روباز (Open-channel) تقسیم‌بندی نمود. آب در این جوی‌ها در امتداد شیب زمین و با سرعت ملایمی حرکت می‌کند.

جوی از این قسمت شروع شده و تا منتهی‌الیه خود که باز هم تا حدودی مکانی مشخص و گاه تا حدودی نامشخص (بسته به زمین‌های قابل بهره‌برداری در آن حوالی) است، ادامه دارد. جوی آبیاری با شیبی تمام ملایم^۱ سینه کوهپایه و در برخی اوقات که به آن پله؛ Pla گویند، سینه کوه را شکافته و در مسیر عبور خویش باغ‌های مورد نظر را آبیاری می‌کند. به هنگام آبیاری با یک جوی بخصوص جلوی عبور آب را به مقدار مورد نیاز در بنجو؛ Bnjô سد کرده و آب مورد نیاز را در کانال هدایت می‌کنند. باغ‌های مسیر در محلی بنام بنگا؛ Bangâ^۲ ی اصلی که در واقع سه راهی و شیر فلکه دریافت آب می‌باشد، سهم آب خویش را دریافت کرده و بوسیله بنگاهایی فرعی و کوچک‌تر در داخل محدوده باغ، آب را از قسمت‌های بالایی (بواسطه شیب و نیروی ثقل آب) باغ به قسمت‌های

۲. بند بزرگی است که جلوی تمام آب یا قسمتی از آب را گرفته و آب را به کانال اصلی یا همان شاجو هدایت می‌کند. شاجو کانال اصلی آب مورد نیاز چندین گروه باغ می‌باشد.

۳. در واقع همان بندگاه می‌باشد و در جوی داخل باغ یا شاجوی اصلی شیار یا مجرای تعبیه شده تا بوسیله آن آب مورد نیاز را در باغ هدایت کنند.

۱. این امر بگونه‌ای است که بایستی توانایی جریان و سیالیت داشته و با شیب ملایم و سرعت اندکی به پیش رود و تا انتهای جوب جریان داشته و به اصطلاح آب سوار شود.



شکل ۱۱- بنگای منشعب از بنجوی اصلی

حوضیض تلان پایینی (تلفیق هنر و معماری در باغ) مناظری بکر و بدیع بوجود می‌آورد که چشم هر صاحب‌دلی را می‌رباید.

آبیاری در چنین باغ‌هایی بواسطه ناهمواری‌های خاص این ناحیه و تراس‌بندی شیب‌های تند منطقه و حداکثر استفاده از چنان شیب‌هایی با استفاده از دیوار چینی آن و شر شر آب و ترنم دلنواز آن از بلندای تلان بالایی به



شکل ۱۲- بنگای داخل باغ و رها شدن آب از تراس‌های بالایی به طرف پایین

درست کردن کانال در این مسیرها تنها از راه کندن صخره‌های سرد و سخت خارای پرتگاه و یا پی افکندن دیوار از پایین‌ترین قسمت صخره و دیوار چینی آن تا ارتفاع دلخواه و مورد نیاز امکان‌پذیر است. نمونه‌ای زنده و پویا از این دست کانال‌ها، جویبارهای آبیاری باغ‌های نودشه که

مسیر عبور خیلی از این جوی‌ها از شیب‌ها، دامنه‌ها و در برخی اوقات پرتگاه‌های سخت و ناهمواری (پله، مای، مایگزهن) است که عبور از آن خیلی مشکل و گاه بدون کمک وسایل و ادوات مورد نیاز غیر ممکن می‌نماید. بگونه‌ای که گاه مسیر عبور از این کانال‌ها و

باغ‌های منطقه‌ی هانه کول؛ Hânakôl

در ارتفاعی بیش از ۲۲۰۰ متر با کانال جوی هانه کول آبیاری می‌گردند. منبع تامین آب آن‌ها هساره چمه؛ Hasâra çarmê بوده که به معنی استخر سفید می‌باشد. این جوی، در نیمه راه و بعد از پیمودن شیبی به نسبت تند به چمه تفی؛ çamaw Tfê (چشمه توت) رسیده و آنجا نیز یک منبع دیگر آب، پشتیبان ادامه راه و باغ‌هایی است که در ادامه مسیر قرار دارند. کانال مذکور تا چمه تفی بطور تخمینی ۳۵۰ تا ۴۰۰ متر و در ادامه ۱۵۰ تا ۲۰۰ متر و در کل نزدیک به ۶۰۰ متر بوده و فاقد پرتگاه در طول مسیر می‌باشد (غربی).

باغ‌های منطقه‌ی هانه دشت؛ Hânaw daŠtê

دارای یک جوی آبیاری می‌باشند که از چشمه هانه دشت تغذیه شده و در همان بنجوی اصلی به دو شاخه شرقی و غربی تقسیم شده که طول هر کدام از شاخه‌ها از ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر متغیر و بدون پرتگاه می‌باشند. ییلاقی باصفا و سرسبز در سر راه نودشه به شهرک تویله‌ی عراق و یکی از مسیرهای بین منطقه شهرزور و هورامان می‌باشد. مرو^۱ هانه دشت؛ Marô Hânaw DaŠtê پشت چشمه مذکور واقع شده است (شرقی و غربی).

باغ‌های منطقه سردره و سراجگا؛ Sardara & Sarâjgâ

در منتهی‌الیه شمال غربی نودشه هستند که هر کدام دارای جوی آبی ساده جهت آبیاری باغ با منبع آب چشمه‌های نزدیک به آن‌ها بوده و دارای طول تقریبی ۳۰۰ تا ۴۰۰ متر و فاقد پرتگاه می‌باشند (شرقی و غربی).

چندین و چند مورد بوده و هر کدام از آنها باغ‌های ناحیه‌ای را آبیاری می‌کنند. اسامی نمونه‌ای از نواحی باغی در نودشه؛ هانه کول، دَرَبَن، قَلا، باخچه، شاران، وارنگور و دشتیه، وردگا، رویدی، یانه‌دره، بنروی، زبار، شپیکه، سردره، سراجگا، هورازه، هانه دشت، برَنو، چناره، آسواسانی، نसार، دَرَو تنگلی، نیجه، ویرانه، بیتله و... که بوسیله کانال‌هایی آبیاری می‌گردند که در زیر به اسامی برخی از آنها اشاره شده است. ناگفته پیداست که کانال‌های آبیاری باغ‌های نودشه از آن جهت انتخاب شده‌اند که بنظر می‌رسد یکی از مراکز اصلی و شاید از قدیمی‌ترین و بیشترین تعداد باغ در منطقه هورامان برخوردار باشد. کلیه جوی‌هایی که اسامی آنها در زیر می‌آید، دست ساز و قدیمی بوده و بجز در این اواخر در ساخت آنها از هیچ گونه مصالح جدیدی استفاده نشده است:

باغ‌های منطقه دَرَبَن؛ Darban

بوسیله جوی دَرَبَن آبیاری می‌گردند. منبع اصلی تامین آب آن چشمه دَرَبَن و بنجوی آن در همان خروجی چشمه مذکور قرار دارد. دارای پرتگاهی البته سهل و ساده است و طول تقریبی کانال مذکور ۵۰۰ تا ۶۰۰ متر و وسیله آبیاری باغ‌های آن منطقه می‌باشد. باغ‌هایی زیبا و باصفا در دامنه کوه‌های سر به آسمان ساییده دربن در ارتفاعی بیش از ۲۴۰۰ متر (شرقی).

۱. مرو؛ Mara. نوعی شورای محلی در اداره‌ی قدیم هورامان بوده است.



شکل ۱۳- جوی آبی با شروع از دره شرقی، قطع دره وسطی و اتصال به قسمت غربی. (باغ‌های سراجگا، مأخذ: نگارنده)

برَنو بوده و انتهای مسیر به کمره سوره؛ *kamara sûra* یعنی نزدیک میدان قدیمی شهر می‌رسد (شرقی).

جو بیسکا؛ *Jô bêskâ*

کانال آبیاری باغ‌های منطقه‌ی بیسکا تا قلاولیان؛ *Qalâvalyâni* می‌باشد. در همان بنجوی اصلی که در انتهای باغ‌های منطقه بیتله دارد، دارای پرتگاهی به نسبت بلند و مرتفع و سخت رو با ارتفاع بیش از ۱۵ متر و طول ۲۰ متر می‌باشد. به همین سبب است که گاه به آن جوی پله؛ *pla* هم گفته شده است. دارای طول تقریبی ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر می‌باشد و تنها کانال آبیاری باغستان‌های بیسکه و قلاولیان می‌باشد (غربی).

جو قلا؛ *Jô Qalây*

جوی آبیاری باغ‌های منطقه قلعه می‌باشد. از سرچشمه شرقی قلعه منشعب (توضیح اینکه در سرچشمه قلعه دو دهنه چشمه بزرگ آب وجود داشته که قسمت اعظم چشمه غربی به مصرف آب آشامیدنی نودشه رسیده و سرچشمه شرقی منبع تغذیه آب مورد نیاز باغ‌های قلعه، باخچه، شاران، قسمتی از وارنگور و... می‌باشد) و باغ‌های منطقه یاد شده (قلعه بالا) را آبیاری می‌کند. طول این کانال ۶۰۰ تا ۷۰۰ متر و انتهای آن مه‌حمی سروالا؛ *Sara wâlâ* می‌باشد (شرقی).

باغ‌های قسمت جنوبی سردره؛ *Sardara* و قسمت شمالی

برَنو؛ *Baranô* تا دولو ريسا؛ *Dôlô Rêsa*

جوی آبیاری باغ‌های مذکور به نام جو لاروی؛ *jô dlêřasay* می‌باشد. بنجوی اصلی آن در چشمه‌ی کاریز؛ *kârêz* قرار داشته و در انتهای مسیر، باغ‌های دولو ريسا را سیراب می‌کند. طول کانال مذکور تا ۱۵۰۰ متر هم می‌رسد و باغ‌های زیادی را در طول مسیر تغذیه می‌کند (غربی).

جو دلیراسی؛ *jô dlêřasay*

کانال آبیاری باغ‌های منطقه‌ی لامرویا؛ *Lâmroyâ* است که از منبع اصلی آب خود یعنی چشمه‌ای واقع در خود محدوده باغ تغذیه می‌گردند؛ و تا انتهای مسیر به حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر می‌رسد. باغ‌هایی واقع در بین دو پرتگاه عظیم دیواره‌ای تمام سنگی و سخت روئیده بر سینه شیب‌دار بالایی و پایینی بعد از ظهرهای تمامی سایه تابستان و زمستان‌های یخی آویزان بر تاق‌دیس‌های ملگاو رشپیکای؛ *Mlagâw řaspêkây* ی روبروی محله‌ی روقن؛ *Řôqn* نودشه (غربی).

جوبیتلا؛ *Jô bêtlâ*

جوی آبیاری باغ‌های بیتله می‌باشد. طول جوی بطور تقریبی چیزی در حدود ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ متر بوده و در طول مسیر فاقد پرتگاه می‌باشد. بنجوی اصلی در چشمه

جو باخچه و شارانی؛ Jô bâxcây & šârânê

جوی آبیاری باغ‌های قسمت جنوبی قلعه، باخچه، شارانه، قسمتی از وارنگور با طول تقریبی تا ۲۵۰۰ متر می‌باشد که در طول مسیر دارای انشعابات زیادی بوده و در همین مسیر از آبشارهای کوچک و بزرگ زیادی رد شده که لطافت و زیبایی خاصی به آن بخشیده‌اند و آبشار معروف وژن؛ Wazan را هم در مسیر خویش دارد. بنجوی اصلی آن در سرچشمه قرار داشته که برخی اوقات نیز به اسم قلاو قازی؛ Qalâw gâzi هم معروف است. زیرا از زمان‌های خیلی دور محله معروف قضاات نودشه بوده و هم اکنون باغ مشهور قاضی نیز در آنجا قرار دارد (شرقی).

جو هریلا؛ Jô Hařabêlâ

جوی آبیاری باغ‌های هریل بالایی با طول تقریبی ۱۰۰۰ متر بوده که قبل از عبور از آسیاب قدیمی سلطان شروع و در ادامه مسیر با گذر از پرتگاهی به نسبت سخت و در یک جا مرتفع در منتهی الیه جنوبی خویش پس از برخورد به صخره‌ای سخت و خارا و بلند ارتفاع به پایان خود می‌رسد. بنجوی اصلی آن شاخه غربی چشمه سیروانک می‌باشد که بعد از گذر از آسیاب سلطان از روی پلی هفت متری عبور کرده و عرض دره اصلی را قطع می‌کند (غربی).

جو رویدی؛ Jô Rwaydê

بزرگ جوی باغ‌های مناطق سرو و لیژی، وارنگور، دگایر و رویدی می‌باشد. که از بنجوی اصلی خویش در دره عازا؛ Daraw âzâ منشعب شده و بعد از پیمودن مسیری ۲۲۰۰ تا ۲۵۰۰ متری و با عبور از باغستان‌های مذکور و سیراب کردنشان در منتهی الیه مسیر خویش به سرو و تاشا؛ Sarû Tâšâ می‌رسد. جوی نامبرده تنها کانالی است که از دره منتهی الیه غربی شروع شده و با گذر از دره دره مسوورا؛ Daraw masûrâ در شرق و دره قولو شارانا؛ Qôlû šârânâ در منتهی الیه شرقی، با عبور از دو دره جنوبی نودشه غرب را به شرق متصل می‌کند (غربی، میانه، شرقی).

جو هورازا؛ Jô Hawrâzâ

جوی اصلی آبیاری باغ‌های منطقه هورازا با طول تقریبی نزدیک به ۲۰۰۰ متر و دارای پرتگاهی به نسبت تند می‌باشد. بنجوی آن ۳۰۰ متر پایین‌تر از بنجوی اصلی جو کاتورا می‌باشد و در روی آبشاری پنج متری بنا شده است. این کانال از مبدا اصلی خویش بعد از عبور از باغ‌های قسمت هورازا به سینه تند و شیبدار شپیکه šapêka می‌رسد (شرقی).

جو سیروانسکی؛ Jô sirwânski

جوی آبیاری باغ‌های منطقه آسیاب سلطان تا نزدیک رویدی به طول تقریبی ۷۰۰ تا ۸۰۰ متر بوده و بنجوی آن دهنه خروجی شرقی چشمه سیروانک و بخشی از باقی‌مانده آب چشمه‌ی هانییه‌ر است. نقل است که در یک زمان خشکسالی خیلی دور که حتی چشمه بزرگ آب معروف «بل؛ Bîl» نیز خشک شده بود، این چشمه همچنان جوشان و پر از آب بود. شاید معنی آن هم نسکه نسک و جوشش آب سیروان باشد! (شرقی)

جو میرا؛ Jô Mirâ

(که هم اکنون و در بین نسل جوان به جو نسارا معروف شده است)؛ در گذشته‌های نه چندان دور بعثت حجم زیاد آب قابل انتقال با این کانال و وسعت باغ‌های مورد آبیاری با این کانال، دارای میراب بوده است. بزرگترین جوی آبیاری که باغ‌های مناطق نسا و نساوو شیخا را آبیاری کرده و و دارای پرتگاه‌های نسبتاً سختی در طول مسیر بوده و انتهای مسیر آن نزدیک روستای دره هجیج می‌رسد. بنجوی اصلی آن در سرو و تاشا قرار داشته و طول آن نزدیک به سه کیلومتر هم می‌رسد. کانالی بزرگ با دبی آب زیاد که در طول مسیر خویش باغ‌های زیادی را سیراب می‌کند (غربی).

جو همه‌ی؛ Jô Hamay

جوی آبیاری باغ‌های منطقه نِسار و ویرانه و درای طولی معادل ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ متر می‌باشد. که در انتهای مسیر به باغ‌های پشت منطقه چَمه و وَزَرَاقی؛ çamaw waza zařâqê می‌رسد (غربی).

جو شَپیکا؛ Jô šapêkâ

جوی آبیاری باغ‌های مناطق شَپیکا و سَراو با طولی نزدیک به ۱۵۰۰ متر می‌باشد. بنجوی آن در سراو و از دره‌ای در شرق بعد از عبور از گردنه‌ای سخت و سنگی به سینه‌ای شیب‌دار و دامنه‌ای در غرب می‌رسد. جویباری زیبا و دیدنی با چشم اندازه‌هایی زیبا و دلفریب (شرق به غرب)؛ و چندین و چند کانال بزرگ و کوچک دیگر که ذکر اسامی تمامی آن‌ها در اینجا بسی وقت‌گیر و خارج از حوصله این مقال است؛ و هر یک از این جوی‌ها، چندین باغ کوچک و بزرگ را طبق یک برنامه زمانبندی دقیق، مرتب، منظم و حساب شده که تا کنون خللی در آنها وارد نشده است، آبیاری کرده و میراثی ماندگار، زنده و پویا و از شاخصه‌های نیک فرهنگی این کهن بر و بوم می‌باشند و از آن جمله؛ از دیگر جوی‌ها می‌توان به جوی وَرَدگا؛ Wardagây، جوی هَرَبیلی و ارینی؛ Hařabêly wâriny.

جوی کاتورا؛ Kâtûrâ، جوی کَرگلی؛ karglê، جوی زیبار؛ zbârî، جو چَمه ییلی؛ çamayêli، جو نِساره‌ی؛ nsaray، جو نَیجا؛ Jô nayjâ

گونه شناسی استخرهای ذخیره آب (هَساری)

گاه بعلت کمبود آب، لازم است که آب را تا موقع آبیاری ذخیره کرده تا همه باغ را آبیاری نمایند. هَسارهای ذخیره آب را بیشتر در مواقعی می‌سازند که یا آب کم باشد و یا زمین‌های زیادی در مسیر آب باشند و نوباو شخص محدود باشد. به استخر ذخیره آب در نودشه «هَساری؛ Hasâri» گویند. شکل این هَسارها و نوع آن‌ها بسته به نوع و حجم زمین مورد استفاده از بیضوی و مدور شکل تا مستطیل و مربع فرق می‌کند. اندازه آن‌ها از نظر عمق و حجم بسته به حجم دبی خروجی چشمه یا کاریز آن‌ها نیز با هم تفاوت دارند. بیشتر استخرهای منطقه دائمی هستند و با مصالح مختلفی ساخته می‌شوند. آبیاری با استخر بندرت در نوبت شب انجام می‌گیرد و معمولاً زمان ماند شب را جهت پر شدن استخر در نظر می‌گیرند. زمان پر شدن استخر هم بسته به دبی آب منبع، مساحت و حجم استخر متفاوت می‌باشد.



شکل ۱۴- گونه‌ای استخر امروزی در داخل باغ

مالکیت هساری^۱ دو نوع است؛ مشارکتی و خصوصی. هساری خصوصی متعلق به فردی واحد است و در باغ وی قرار دارد (تصویر ۹)؛ اما هسارهای عمومی متعلق به همه بوده و شکل عمومی پیدا کرده‌اند. منبع تأمین آب هسارها در هورامان از چشمه‌ها و بندرت جوی‌های جاری در کوهستان تأمین می‌شود. ساخت هسارها کم هزینه و تنها با یک بیل و کلنگ و مقداری سنگ و خاک موجود در محل انجام می‌گیرد و شکل آن نیز به طبیعت اطراف آن وابسته است. هر چند در اغلب موارد یک دیوارچینی ساده می‌باشد. نحوه سهم‌بندی آب هساری به صورت واحدهای زمانی می‌باشد. مثلاً فردی چهار ساعت سهم آب دارد. در این مدت، مقدار آبی که طی همین زمان در هساری جمع شود، متعلق به اوست. در قدیم که ادوات مدرن اندازه‌گیری زمان نبود، براساس سایه نور خورشید بر کوه‌ها و صخره‌ها و شب‌ها با استفاده از ستارگان زمان سهم‌بندی معلوم می‌شد. بر اساس نوع مصالح هسارها به چند دسته زیر تقسیم می‌شوند.

هسارهای خاکی (به صورت دایره و بیضی شکل و بیشتر در خاک‌های رسی و کنار چشمه‌های کم آب ساخته می‌شوند) سنگ-خاک و گاهی از آهک هسارهای امروزی ساخته شده از سنگ و ملات ماسه سیمان

واحدهای اندازه‌گیری آب

واحدهای تقسیم آب در ایران در سه گروه «واحدهای زمینی»، «واحدهای حجمی» و «واحدهای زمانی» طبقه‌بندی می‌شوند (پاپلی‌یزدی و لباف‌خانیکی، ۱۳۷۷: ۵۲). در هورامان قدیم که مقدار بارش زیاد و از منابع آب فراوان برخوردار بوده، آب بر مبنای مساحت باغ

بین باغداران تقسیم شده است و هر باغدار به نسبت مساحت باغ خویش، حقه‌ای خویش را دریافت کرده است؛ اما در خیلی از موارد نیز و بویژه مکان‌هایی که آب جاری در دره جریان داشته است، واحدهای حجمی مبنای تقسیم آب بوده است، به این صورت که در محل انشعاب جوی‌های اصلی باغ‌ها از منبع اصلی آب (آب جاری در دره یا استخر)، حقه‌ها هر باغ که از جوی مشترکی تغذیه شده و در زمان معینی آب دریافت کرده است، از دانشی قدیمی محاسبه شده و حجمی از آب که جهت آبیاری باغ با توجه به مساحت باغ و دوری و نزدیکی به بنجوی اصلی تعیین شده، به باغدار می‌رسید. واحدهای سنجش آب در باغداری نودشه متفاوت بوده و بر طبق دانش بومی و روش‌های سنتی بدست آمده‌اند. در حالی که «در قنات‌های منطقه‌ای نایین، هر شبانه‌روز از آب قنات دارای نام مشخصی است و هر شبانه‌روز دارای چند نفر حقه‌بر مشخص است که به دو دسته روز و شب و هر یک ۱۲ ساعت تقسیم می‌شوند» (صفی‌نژاد، ۱۳۸۴؛ ۱۹۲). این واحدها همگی در دسته واحدهای حجمی آب جای می‌گیرند. البته لازم به ذکر است در تقسیم‌بندی آب‌های این منطقه واحدهای زمینی (بسته به مساحت باغ و زمین فرد) و زمانی (بسته به فصل و مقدار بارش آن و نیز زمان شبانه‌روز) مد نظر بوده و در خیلی از موارد ترکیبی از سه واحد جهت آبیاری مد نظر بوده است.^۲ نیمه‌ژمنه؛ Nima jamana مقدار آبی که یک نفر باغدار در طول دو هفته و در مدت صبح تا غروب از آن استفاده کند.

ژمنی؛ Jamani مقدار آبی که یک نفر باغدار در طول یک هفته به مدت یک روز از آن استفاده کند.

آب دریافت می‌کند. کشاورزی در منطقه‌ی هورامان کم بوده و بیشتر باغداری می‌باشد.

(۲) واحدهای سنجش حجمی یعنی چه حجمی از آب در چه زمانی به باغدار می‌رسد.

(۳) و در نهایت منظور از واحدهای زمانی، مدت زمان بهره‌برداری و بهره‌گیری از آب می‌باشد. البته بایستی در هر ۳ مورد دبی آب (شدت و مقدار آب در واحد زمان) نیز در نظر گرفته شود.

۱. Hasâri: در نقاط مختلف ایران با اسامی مختلفی دیده می‌شود: استخر یا ایسیل، در آذربایجان «گنول»، در همدان «اسل»، برخی مناطق لرستان «اسهل» (ازکیا و رستمعلی‌زاده، ۱۳۹۳؛ ۳۰). هر چند همانطور که مشاهده می‌شود، ریشه‌ی تمام واژگان آمده یکی است.

۲. به ترتیب به معانی زیر؛ (۱) منظور از واحدهای زمینی تقسیم آب بر مبنای مساحت باغ و بدین معنی است که هر باغدار به نسبت مساحت باغ خویش

روی؛ Rwe مقدار آبی که یک نفر باغدار در طول یک هفته به مدت یک شبانه روز از آن استفاده کند.

دسه تَوَر؛ Dasa tawar مقدار آبی به اندازه پنج تا شش لیتر در دقیقه.

دسه زَنگَن؛ Dasa zangan کمی بیشتر از مورد قبلی.

بالیو؛ Bâlêw مقدار آبی به اندازه بازوی یک مرد با دبی معمولی.

قولیو؛ GôLêw کمی بیشتر از نسبت قبلی.

رانیو؛ Rânêw مقدار آبی به اندازه یک لوله ۱۴ اینچ.

مَچَکیو؛ Mačakêw مقدار آبی به اندازه بازوی انسان با دبی معمولی.

واحد سنجش آب چشمه

گمیزیو؛ Gmêzêw مقدار آبی تقریبی معادل با دبی برابر یک لیتر در سه دقیقه.

لوله آفتاوی؛ Lûla Âftâwe مقدار آبی به اندازه یک لوله آفتابه با دبی معمولی.

جدول ۲- واحدهای سنجش زمین در باغداری

ردیف	نام واحد	آوانگار واحد	مقدار واحد
۱	خواره	Xwâra	برابر با میزان زمین زراعتی می‌باشد که دو گاو نر با یک نفر آنرا در یک روز شخم بزنند.
۲	تلانه	Tlân	مقدار زمینی است که دو نفر کشاورز با بیل دستی روزانه آنرا شخم بزنند.
۳	کلی	kalê	مقدار زمین زراعتی می‌باشد که یک نفر کشاورز روزانه آنرا با بیل شخم بزند.
۴	کَره	Kara	مقدار زمین زراعتی که یک نفر از صبح تا ظهر آنرا با بیل شخم بزند.
۵	آووَبَر	Awûbar	نصف کلی و مجموع سه تا آژین می‌باشد.
۶	آژین	Ajin	یک سوم آووَبَر می‌باشد ^۱ .
۷	گولی	gôl	تا حدی نسبت به آژین کوچکتر و کمترین واحد در این نوع می‌باشد.
۸	وَرَبَره	warbara	هر تالان، مجموع چند وَرَبَره بوده و اندازه آن‌ها متفاوت می‌باشد. به قسمت‌هایی برای کاشت سبزی‌های مختلفی که با جوی و پشته یا شیار از همدیگر جدا شده باشند گویند و بطور معمول به اندازه‌های ۱۲ مترمربعی تقسیم شده است.

مراحل کاشت در باغداری هورامان در یک نگاه کلی

بَرآردی؛ barârd'ay^۲ در لغت به معنی نوعی پی کنی و درآوردن سنگ و خاک از جای مورد نظر می‌باشد. در واقع بعلت سخت و ناهموار بودن زمین در دامنه کوه‌ها و شیب دره‌ها (این امر بویژه در نودشه بصورت بارزی برجسته و مشهود می‌باشد) قبل از اقدام به هر کاری؛ بایستی در شیب دره و دامنه کوه، زمین را به اندازه مورد نظر (یک تراس تا چندین تراس بصورت پلکانی) کنده، خاک! و سنگ آن را در آورده، دیواری (در اصطلاح هورامی؛ کَلَک؛ kalak) درست کرده و خاک‌ها را در پشت دیوار بریزید. همزمان با ارتفاع یافتن سنگ چین دیوار (خشکه چین) آن را تا ارتفاع مورد نظر؛ بسته به شیب دامنه و اندازه تراس بالا می‌برند.



شکل ۱۵- دره و تراس‌های دامنه (amaw may)

4. gôz(s)tay یا navakân

۱. قبلاً توضیحات لازم در مورد آژین داده شد. گستره‌ی معنایی آژین در آبیاری زیاد است.

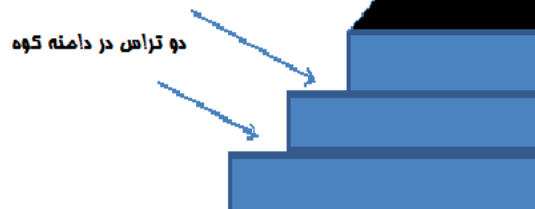
یافتن دیوار، اندازه سنگ‌ها کوچکتر می‌گردد. ابزار و ادوات مورد نیاز این کار پتک بزرگ جهت شکستن لاشه سنگ- های بزرگ و صخره‌های کوچک، اهرم، بیل، کلنگ و ... می‌باشند. اغلب اوقات مشاهده می‌گردد که عمل خرد کردن، شکستن یا جابجایی سنگ یا صخره‌ای بزرگ به مشکل برخورد می‌کند. در این هنگام با درست کردن آتش در زیر سنگ به مدت چندین روز متوالی و سرد کردن مداوم با آب، سنگ مذکور را شکسته و کار دیوار چینی ادامه پیدا می‌کند. هر چند در اینگونه موارد از سرعت عمل کاسته می‌شود.

تیپ‌شناسی تراس‌ها

از مهم‌ترین خصوصیات برای تقسیم‌بندی تراس‌ها، عرض تراس و درازای آنهاست. عرض تراس‌ها مهمتر بوده و بر پایه‌ی شیب زمین تعیین می‌شوند و هر چه شیب زمین بیشتر باشد عرض آنها هم به طور طبیعی کم‌تر و دیوار ساخته شده برای تشکیل تراس مرتفع‌تر می‌باشد و بر عکس. عرض تراس‌ها از نیم متر تا بیش از هفت متر و حتی بیشتر متفاوت است. درازای تراس در جهت افقی ادامه دارد؛ مگر اینکه زمین شخص تمام شده و به زمین همسایه برسد و یا به مانعی طبیعی چون کوه و دره برخورد کند. در قدیم مانع و پرچین نبوده اما اکنون تراس دو همسایه در جهت عرضی یا با یک ردیف درخت تبریزی یا پرچینی از بوته‌های درختچه‌ای خارمانند از همدیگر جدا می‌شود. تمام موارد ذکر شده به استثنای تراس‌بندی منفردی می‌باشد. چنین روشی در جاهایی کاربرد دارد که امکان ساخت هیچ کدام از روش‌های زیر نباشد و آن دیواری نیم‌دایره‌ای و تنها جهت یک تک درخت می‌باشد. بر پایه‌ی عرض، تراس‌ها به سه دسته‌ی زیر تقسیم می‌شوند؛

تراس کم‌عرض (کووزلی)

عرض نیم متر و حتا کمتر از آن تا دو متر را شامل می‌شوند و در دامنه‌های پر شیب ساخته شده و در این تراس‌ها بیشتر انارهای بومی کشت می‌شوند. عرض برخی



شکل ۱۶- شکل شماتیک تراس در دامنه کوه از نگاه مجاور

اندازه تراس‌ها متفاوت و به شیب دامنه‌ها، سنگی یا گوشتی بودن زمین مورد نظر و... بستگی دارد. معمولاً بعد از خاکبرداری، پی کنی و دیوار سازی، تسطیح و خاکریزی دوباره و آماده شدن کامل تراس؛ نهال‌های درخت مورد نظر در آن کاشته می‌شوند. بسته به دوری و نزدیکی تراس به دامنه و دره، نوع درخت‌های کاشته شده در آن متفاوت می‌باشد. در یک حالت کلی، بسته به واقع شدن در دامن نثار یا ورتاو waratâw کاشت درخت‌ها در آن فرق می‌کند؛ اما در این حالت هم بگونه‌ای است که سایه درختان بزرگ‌تر روی درختان کوچک‌تر نیفتد. انار و انجیر و درختان با پایه کوتاه در تراس‌های بالاتر و توت، گردو و ... در تراس‌های پایین‌تر.



شکل ۱۷- دامنه‌های پربرف و سایه‌دار نثار در مقابل دامنه‌های خورشیدی و گرم ورتاو

به جهت آسانی کار و استحکام دیوار مورد نظر، سنگ‌های بزرگ در قسمت پی و پایین دیوار و با ارتفاع

از این تراس‌ها آنقدر کم است که عبور از آن‌ها مشکل می‌نماید. و دیگر درختان کوتاه قد و میان قد و برخی اوقات حتی گردو و توت استفاده می‌شود.

تراس‌های میانی (تالانه؛ متوسط)

تراس‌های با عرض دو متر تا پنج متر می‌باشند. اغلب تراس باغ‌های هورامانات در این گروه جای می‌گیرند و بسته به گونه‌ی درخت، یک یا دو ردیف درخت در آن می‌کارند. از این تراس‌ها برای کشت انار، انجیر، به گلابی

تراس‌های عریض (تخته)

تراس‌هایی با پهنای ۵ تا ۱۰ متر و بیشتر می‌باشند. در آنها بیشتر درختان بزرگ و بلند، به ویژه توت سفید و گردو کاشته می‌شود. توت سفید را در تراس‌های هموار و پهن می‌کارند تا گردآوری میوه‌ی آن‌ها آسان‌تر باشد.



شکل ۱۸- پله‌های ویژه باغ (رفتن از تراس پایینی به بالایی یا برعکس؛ نودشه)

فهرست منابع

۱. ادموندز. س. ج. ۱۳۶۷، کردها، ترک‌ها و عرب‌ها، ترجمه یونسی، ابراهیم، انتشارات روزبهان، تهران، چاپ اول، ۵۶۰ صفحه
۲. ازکیا، م و رستمعلی‌زاده، و، ۱۳۹۳، جنبه‌های اجتماعی نظام آبیاری در ایران، مجله انسان‌شناسی، سال دوازدهم، شماره ۲۱، پاییز و زمستان، صص ۴۳-۱۱
۳. امینی، ک. ویسی، ف و محمدی، س، ۱۳۹۷، «تحلیل و تبیین اثرهای احداث سد‌ها بر معیشت پایدار نواحی روستایی (نمونه موردی: سد داریان هورامان)»، فصلنامه مطالعات راهبردی سیاستگذاری عمومی، دوره ۸، شماره ۲۷، صص ۱۵۵-۱۷۶
۴. پاپلی یزدی، م. ح و لباف‌خانکی، م. ۱۳۷۷، «واحد تقسیم آب در نظام‌های آبیاری سنتی (فنجان)»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۴۹ و ۵۰، صص ۷۳-۴۷
۵. رحمتی، م. ر، ۱۳۷۹، «نظام آبیاری سواد و سقوط ساسانیان، مقالات و بررسی‌ها»، دفتر ۶۸، سایت پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، پرتال جامع علوم انسانی، صص ۲۹۱ - ۳۰۳
۶. شبکه بهداشت و درمان شهرستان پاوه، ۱۳۹۵، اطلاعات جمعیتی سرشماری

۷. صفی‌نژاد، ج. ۱۳۸۴، نظام آبیاری سنتی در نائین، شرکت سهامی آب منطقه‌ای اصفهان و چهارمحال و بختیاری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره انتشار ۹۴-۱۳۸۴
۸. صفی‌نژاد، ج و طهماسبی، م. ۱۳۶۶، پژوهشی پیرامون نظام آبیاری سنتی آشتیان (آبیاری هفت پی)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۱، شماره ۱، صص ۱۶-۴۴
۹. منصوری‌مقدم، م. ۱۳۹۳، «نظام آبیاری سنتی در استان ایلام (مطالعه موردی: شهرستان ایوان غرب)»، مجله انسان شناسی / سال دوازدهم، شماره ۲۱، پاییز و زمستان، صص ۱۴۱-۱۶۸
۱۰. مرکز آمار ایران، دفتر نقشه و اطلاعات مکانی مرکز آمار ایران
۱۱. هاشمی، م. ۱۳۹۰، همایش بین‌المللی اردلان شناسی، دانشگاه کردستان، دو تا سه آذر

مروری بر وضعیت کشاورزی حفاظتی در جهان با تمرکز بر یکی از کشورهای موفق

رستم فتحی^۱، محمدامین آسودار و محمود قاسمی نژاد رائینی

دانشجوی دکترای مهندسی مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

rostamfathi63@gmail.com

استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

asoodar@asnrukh.ac.ir

دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

ghasemi.n.m@asnrukh.ac.ir

دریافت: مرداد ۱۳۹۹ و پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

کشاورزی حفاظتی یک سامانه نسبتاً نوین و نمایان‌گر اجزای اصلی یک الگوی جایگزین بوده و مستلزم تغییر اساسی در روش‌های مربوط به عوامل تولید است که سبب افزایش بهره‌وری و دستیابی به کشاورزی پایدار می‌گردد. هدف از این مطالعه بررسی وضعیت کشاورزی حفاظتی با تمرکز بر آرژانتین به‌عنوان یکی از کشورهای موفق در زمینه اجرای کشاورزی حفاظتی است. روش تحقیق، مبتنی بر مرور بهترین شواهد بود که یک روش حد واسطه بین دو روش نگارش مقالات مروری نظام‌مند و مرور روایتی است. نتایج نشان داد که پذیرش سامانه کشاورزی حفاظتی به‌دلیل ایجاد بهره‌وری و عملکرد بیشتر، کاهش هزینه تولید و بهبود سودآوری، انعطاف‌پذیری بهتر در برابر تنش‌های محیطی، کاهش فرسایش و تخریب خاک و افزایش ماده آلی، به یک سامانه در حال رشد تبدیل شده است، به‌گونه‌ای که سطح زیر کشت به این شیوه در جهان از ۲٫۸ میلیون هکتار در سال ۱۹۷۳ به بیش از ۱۸۰ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است. در آرژانتین نیز به‌عنوان یکی از کشورهای موفق در این زمینه، کشاورزی حفاظتی یکی از مهم‌ترین فناوری‌های کشاورزی معرفی شده در دهه‌های گذشته بود که انجمن‌های خصوصی نقش اساسی در توسعه و ترویج این سامانه بر عهده داشته‌اند. نتایج نشان داد که پذیرش سامانه کشاورزی حفاظتی نیازمند تغییر در رفتار همه ذینفعان بوده و وجود مکانیزم‌های آزمایش، یادگیری، پذیرش و سازگاری از پیش‌نیازهای ضروری آن است.

واژه‌های کلیدی: آرژانتین، بی‌خاک‌ورزی، حفاظت خاک، تولید پایدار

مقدمه

امروزه رشد روز افزون جمعیت و نیاز به مواد غذایی در کنار ریسک بالای فعالیت‌های کشاورزی، مسائل مهمی هستند که باید برای برون رفت از آن‌ها راه‌حل‌های مطلوب و روش‌های نوین و موثری را جستجو کرد (بی‌نام، ۱۳۹۶). از سوی دیگر بخش کشاورزی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، بخش غالب اقتصاد ملی است، لذا رشد و توسعه اقتصادی این کشورها، ارتباط نزدیکی با توسعه کلی بخش کشاورزی دارد (تبرائی و حسن‌نژاد، ۲۰۰۹). در این زمینه، آب و خاک دو منبع اصلی و مهم در بخش کشاورزی برای تولید مواد غذایی هستند، به‌نحوی که بیان می‌شود حدود ۹۵ درصد از مواد غذایی جهان از خاک به‌دست می‌آید (بایرامین و همکاران، ۲۰۰۳). لذا توجه به حفظ منابع آب و خاک از مسایل مهم در تولید است. این در حالی است که فرسایش خاک یکی از معضلات زیست‌محیطی کشاورزی در فرایند تولید غذا است که در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت و دگرگونی فعالیت‌های انسانی شدت یافته است (شفیعی و همکاران، ۲۰۰۸). این مساله در ایران به‌دلیل قرار گرفتن آن در منطقه خشک و نیمه‌خشک و محدودیت منابع آب و خاک از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل در سال ۲۰۰۰ با توجه به قابلیت‌ها و محدودیت‌های منابع اراضی، بر اساس هفت معیار مهم به رتبه‌بندی ۱۶۰ کشور جهان پرداخت و در این مورد، کشور ایران در رتبه ۱۵۳ قرار گرفته که این وضعیت، بیانگر محدودیت‌های شدید منابع خاک در ایران است (شاهرودی و چیدری، ۲۰۰۸)؛ بنابراین انجام اقدامات حفاظت از منابع پایه و از جمله خاک به‌عنوان مهم‌ترین بستر تولید محصولات کشاورزی، در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار، ضروری است (تورشیزی و اسلامی، ۲۰۰۷). برای جلوگیری از کاهش اثرات سوء روش‌های سنتی و هم‌چنین دستیابی به کشاورزی پایدار در بسیاری از کشورهای جهان، تحقیقات مختلفی صورت گرفته و یکی از راهکارهای موثر

جهت افزایش بهره‌وری و دستیابی به کشاورزی پایدار، بکارگیری سامانه‌های کشاورزی حفاظتی عنوان شده است (آسودار و سبزه‌زار، ۱۳۸۷). لذا تحقیقات متعددی در مورد سامانه‌های کشاورزی حفاظتی در کشورهای جهان انجام شده و روش‌ها، اصول، مزایا و موانع اجرای این سامانه‌ها مورد بررسی تعداد زیادی از پژوهشگران قرار گرفته است. در این میان آرژانتین از جمله کشورهای موفق در اجرای سامانه کشاورزی حفاظتی است که تحقیقات زیادی در مورد بکارگیری این سامانه نیز در آن انجام شده است. با توجه به این‌که موفقیت در اجرای برنامه‌های حفاظت از منابع و دستیابی به کشاورزی پایدار و استفاده بهینه از آن‌ها نیازمند شناخت ابعاد گوناگون، از جمله مسایل مرتبط با رفتار انسانی، عوامل فنی، اقتصادی و اجتماعی است، لذا دستیابی به سیاست عمومی مناسب برای تشویق حفاظت از منابع و به‌کارگیری الگوی کشاورزی حفاظتی، نیاز به شناخت محدودیت‌ها و محرک‌هایی دارد که بهره‌برداران بخش کشاورزی با آن مواجه‌اند. لذا بررسی تجارب کشورهای توسعه‌یافته در این زمینه، می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد (قربانی و همکاران، ۲۰۰۶). لذا هدف از این پژوهش، مروری بر وضعیت کشاورزی حفاظتی در جهان با تمرکز بر کشور آرژانتین به‌عنوان یک کشور موفق در زمینه بکارگیری سامانه کشاورزی حفاظتی است.

مواد و روش‌ها

روش مورد استفاده در این تحقیق از نوع مرور بهترین شواهد^۱ بود که یک روش حد واسط بین دو روش نگارش مقالات مروری نظام‌مند^۲ و مرور روایتی^۳ است. این نوع مقالات ترکیبی از روش‌های نظام‌مند کمی، با تمرکز روی مطالعات منفرد و مباحث ماهوی و از نقطه‌نظر روایتی با تمرکز روی بهترین شواهد در حیطه موردنظر است. در این نوع مقالات، اطلاعات کافی از پژوهش اولیه در اختیار خواننده قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که خواننده به‌طور مستقل قادر به نتیجه‌گیری است (سلاوین، ۱۹۸۶). به‌عبارتی دیگر

یافته‌های تحقیق

مفهوم کشاورزی حفاظتی

متاسفانه کشاورزی حفاظتی اغلب به عنوان یک فناوری در نظر گرفته می‌شود که بذرها را بدون خاک‌ورزی در خاک قرار می‌دهد، در صورتی که کشاورزی حفاظتی یک سامانه کاملاً متفاوت است. در کشاورزی حفاظتی نه تنها عامل خاک‌ورزی، بلکه مجموعه‌ی کاملی از عوامل باید تغییر کنند. در این میان تجهیزات مختلف در بذرداری برای برش بقایای محصولات قبلی ضروری است. مدیریت علف‌های هرز و آفات و همچنین تغذیه محصول و انتخاب گونه‌های زراعی مناسب برای برآوردن نیازهای سامانه و تطبیق با آن، باید سازگار باشند. فیلیپس و یانگ (۱۹۷۳) بی‌خاک‌ورزی را به عنوان یک سامانه کاشت محصولات زراعی در خاک غیرخاک‌ورزی شده، با باز کردن یک شکاف باریک با عرض و عمق کافی برای دستیابی به پوشش مناسب بذر تعریف نموده که غیر از این، هیچ خاک‌ورزی دیگری انجام نشده باشد. در این سامانه باید بی‌خاک‌ورزی دائمی، هدف باشد. همچنین خاک باید به‌طور دائم با بقایای زراعی محصولات قبلی و یا کودهای سبز پوشیده شود و بیش‌تر این بقایا پس از بذرداری در سطح خاک دست-نخورده باقی بماند. در تعریف دیگر بی‌خاک‌ورزی شامل کاشت محصولات زراعی در خاک بدون خاک‌ورزی شده، با باز کردن تنها یک شکاف با کوچک‌ترین ابعاد، مطابق با پوشش مناسب برای بذور موردنظر، بیان شده است (فیلیپس و یانگ، ۱۹۷۳). در سامانه کشاورزی حفاظتی، تناوب زراعی و محصولات پوششی از عناصر اساسی و لازم هستند که باید با مدیریت صحیح انجام شوند (اکبیر و پارلادا، ۲۰۰۲). این مسایل مطابق با مفهوم پرکاربرد کشاورزی حفاظتی بوده که مبتنی بر سه اصل است که باید به‌طور هم‌زمان انجام شود. این سه اصل اساسی در سامانه کشاورزی حفاظتی در زیر بیان شده است.

این تحقیق از نوع پژوهش‌های مروری و تداومی بوده که در آن، هدف محقق درک و شناخت تغییرات در طول زمان است. در این راستا نتایج مطالعات و تحقیقات علمی انجام شده در یک زمینه خاص، مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده، در مورد روند موضوع مورد بررسی، اظهار نظر می‌شود. در مقاله‌ی حاضر، وضعیت کشاورزی حفاظتی در کشور آرژانتین، با استفاده از مطالعات اسنادی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در مورد سامانه‌های کشاورزی حفاظتی در آرژانتین، با استفاده از پایگاه‌های داده معتبر مانند ساینس دایرکت^۱، پایگاه‌های اطلاع‌رسانی‌های آماری، علمی و تحقیقاتی مانند سازمان بین‌المللی همکاری و توسعه‌ی اقتصادی^۲، سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد^۳، انجمن بی‌خاک‌ورزی آرژانتین^۴، وزارت کشاورزی آرژانتین^۵، انستیتوی ملی فناوری کشاورزی آرژانتین^۶ و هم-چنین با توجه به کلید واژه‌های کشاورزی حفاظتی، بی-خاک‌ورزی، کشاورزی پایدار و فناوری‌های کشاورزی در آرژانتین، منابع، مقالات، کتب، گزارشات علمی، تحقیقاتی و داده‌های آماری مورد نیاز گردآوری شد. در ادامه مقالات و منابع مهم با توجه به جامعیت موضوعی و مفهومی، برای دوره زمانی بلند مدتی که کشاورزی حفاظتی در آرژانتین، تحقیقات اولیه را آغاز نموده تا زمان حال، انتخاب شدند. سپس منابع مذکور مورد مطالعه و مرور قرار گرفته، فیش-برداری انجام و طبقه‌بندی موضوعی مطالب در چند بخش مجزا صورت گرفت. در این تحقیق مباحث در چند بخش شامل تاریخچه کشاورزی حفاظتی در آرژانتین، سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در جهان و در کشور آرژانتین، مزایا، معایب و راهبردهای اجرایی در بکارگیری سامانه‌های کشاورزی حفاظتی مطرح و در نهایت پس از خلاصه و جمع‌بندی مطالب، نتایج در بخش نتیجه‌گیری ارائه گردید.

4. Argentine Association of No-till Farming (AAPRESID)
5. Ministry of Agro Industry
6. National Institute of Agricultural Technology (INTA)

1. Sciencedirect
2. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

-حداقل به هم زدن مکانیکی خاک (کم‌خاک‌ورزی، بی-خاک‌ورزی و یا کشت مستقیم با حداقل به هم زدن خاک).
-پوشش دائمی خاک (حفظ سطح کافی از بقایای محصول در سطح خاک از جمله محصولات پوششی برای محافظت و بهبود تغذیه خاک، توسعه مالچ سطحی و غیره).
-تناوب و تنوع بخشیدن به گونه‌های زراعی (تناوب محصول برای کمک به تعدیل علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات، تولید زیست توده، تثبیت نیتروژن جو و کمک به تغذیه محصول).

استفاده از یک مفهوم کلی برای کشاورزی حفاظتی بسیار مهم است، زیرا بسیاری از اصطلاحات رایج و مورد استفاده در کشاورزی حفاظتی، برای افراد در مناطق مختلف دارای معانی متفاوتی است. به همین دلیل اصطلاح کشاورزی حفاظتی، توسط سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد به این صورت تعریف شده است که کشاورزی حفاظتی یک رویکرد برای مدیریت زیست‌بوم‌های کشاورزی جهت دستیابی به بهره‌وری پایدار، افزایش

سودآوری و امنیت غذایی با حفظ منابع پایه و محیط‌زیست است (فائو، ۲۰۱۴). در تعریف دیگر کشاورزی حفاظتی به هر سامانه کشاورزی اطلاق می‌گردد که بتواند حداقل یک پوشش ۳۰ درصدی از بقایای گیاهی بعد از عملیات کاشت و یا حداقل ۱۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار از بقایای گیاهی دانه-ریز یا معادل آن را در سطح خاک، در دوره بحرانی فرسایش حفظ کند (آسودار و سبزه‌زار، ۱۳۸۷). به منظور بررسی بیشتر ابعاد سامانه کشاورزی حفاظتی در این تحقیق بر کشور آرژانتین که از لحاظ وضعیت اقتصادی در زمره کشورهای با اقتصاد متوسط است، تمرکز شده و ضمن بررسی روند توسعه کشاورزی حفاظتی در جهان، وضعیت کشور آرژانتین به طور ویژه مورد مطالعه قرار گرفته است.

وضعیت کشاورزی حفاظتی در جهان

در جدول زیر روند رشد کشاورزی حفاظتی در جهان طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۶ بیان شده است.

جدول ۱- روند رشد سطح کشاورزی حفاظتی در جهان

سال	سطح کشاورزی حفاظتی در جهان (میلیون هکتار)	منابع
۱۹۷۳	۲/۸	Derpsch, 2010
۱۹۸۳	۶/۲	Derpsch, 2010
۱۹۹۶	۳۸	Derpsch, 1998
۱۹۹۹	۴۵	Derpsch, 2001
۲۰۰۳	۷۲	Derpsch, 2010
۲۰۰۵	۹۵/۵	Derpsch, 2008
۲۰۰۹	۱۰۶/۵	Kassam et al, 2019
۲۰۱۳	۱۵۶/۹	Kassam et al, 2019
۲۰۱۶	۱۸۰/۴	Kassam et al, 2019

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۶-۲۰۱۵، سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در جهان به حدود ۱۸۰ میلیون هکتار رسیده که افزایش ۲۳ میلیون هکتاری نسبت به سال ۲۰۱۴ داشته است. کشاورزی حفاظتی طی این سال‌ها به دلایلی از جمله افزایش بهره‌وری بیشتر و عملکرد مزارع، کاهش هزینه تولید و بهبود سودآوری، انعطاف‌پذیری بیشتر در برابر تنش‌های محیطی و

زیستی، به حداقل رساندن فرسایش و تخریب خاک، ایجاد سلامت برای خاک و سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش اثرات آن‌ها، به یک سامانه در حال رشد سریع تبدیل شده است. در این راستا محققان مختلفی سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در جهان را در سال‌های مختلف ارزیابی نموده و تخمین زده‌اند. آمار جمع‌آوری شده تا سال ۲۰۰۹-۲۰۰۸ توسط کسام و همکاران (۲۰۰۹) و دیرپیچ و فردریک

(۲۰۰۹) تا سال ۲۰۱۱-۲۰۱۰ توسط کسام و همکاران
(۲۰۱۰) و فردریک و همکاران (۲۰۱۲) و بررسی وضعیت
جهانی سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در سال ۲۰۱۴
نیز توسط جات و همکاران (۲۰۱۴) و فاروق و سیدیک
(۲۰۱۴) و در سال ۲۰۱۶ توسط کسام و همکاران (۲۰۱۹)
انجام شده است. جدول ۲ میزان پذیرش کشاورزی حفاظتی
در سراسر جهان در سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۶ را نشان می‌دهد
(کسام و همکاران، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹).

جدول ۲- سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در جهان در سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۶

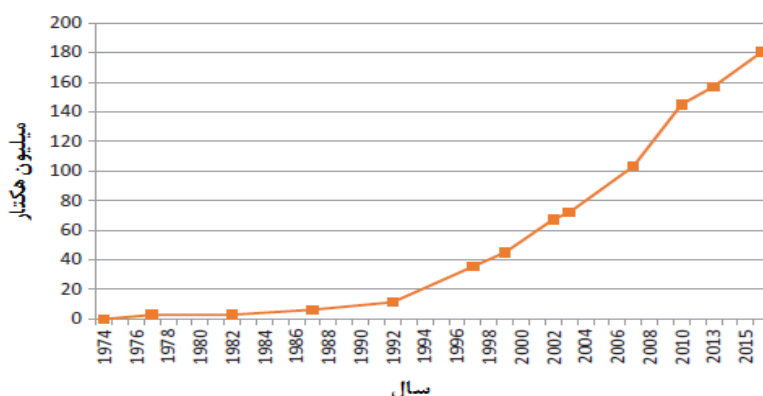
قاره	مساحت تحت کشاورزی حفاظتی (میلیون هکتار) سال ۲۰۱۳	مساحت تحت کشاورزی حفاظتی (میلیون هکتار) سال ۲۰۱۶
آمریکای جنوبی	۶۶/۴	۶۹/۹
آمریکای شمالی	۵۴	۶۳/۱
استرالیا و نیوزیلند	۱۷/۹	۲۲/۶
آسیا	۱۰/۳	۱۳/۱۹
روسیه و اوکراین	۵/۲	۵/۷
اروپا	۲	۳/۵
آفریقا	۱/۲	۱/۵
کل جهان	۱۵۶/۷	۱۸۰/۴

هکتار) بیشترین سطح کشاورزی حفاظتی را داشته‌اند. به-
دلیل تحقیقات مناسب و بلندمدت در این قاره‌ها و دستیابی
به نتایج مثبت، علاوه بر توجه بیشتر به برنامه کشاورزی
حفاظتی توسط سازمان‌هایی نظیر سازمان مشارکت جدید
برای توسعه آفریقا^۱، کمیسیون اروپا^۲ و دولت‌های مختلف،
سازمان‌های غیردولتی، بخش خصوصی و سازمان‌های بین-
المللی نیز نقش موثری در توسعه سامانه کشاورزی حفاظتی
داشته‌اند. از طرفی دیگر پشتیبانی مالی و فنی توسط دولت-
ها، آژانس‌ها و سازمان‌های بین‌المللی فعال در زمینه تحقیق
و توسعه‌ی کشاورزی حفاظتی در آفریقا و آسیا، افزایش
داشته است و سبب افزایش سطح زیر کشت به شیوه‌ی
کشاورزی حفاظتی شده است (فائو، ۲۰۱۴). در کشورهای
عضو اتحادیه اروپا، نگرانی‌های ناشی از تخریب و فرسایش
خاک و لزوم مدیریت بهتر محیط‌زیست، باعث اتخاذ تدابیر
و مشوق‌هایی برای گسترش بکارگیری کشاورزی حفاظتی
توسط کشاورزان شده است (درپش و همکاران، ۲۰۱۰). در
قاره آسیا کشور چین (نه میلیون هکتار)، قزاقستان (۲/۵
میلیون هکتار) و هند (۱/۵ میلیون هکتار) بیشترین سطح
کشاورزی حفاظتی را دارا بوده و در ایران این سطح حدود
۱۵۰ هزار هکتار بوده است (کسام و همکاران، ۲۰۱۹). در

بر اساس تحقیقات صورت گرفته توسط کسام و
همکاران (۲۰۱۹)، در سال ۲۰۱۶ بیشترین سطح زیر کشت
کشاورزی حفاظتی در جهان به‌ترتیب مربوط به کشور
آمریکا (۴۳ میلیون هکتار)، برزیل (۳۲ میلیون هکتار)،
آرژانتین (۳۱ میلیون هکتار) و بعد از آن کشورهای کانادا،
استرالیا، پاراگوئه و قزاقستان بوده است. قاره آمریکای
جنوبی با ۶۹ میلیون هکتار سطح زیر کشت کشاورزی
حفاظتی، بالاترین سهم از اجرای این سامانه را به خود
اختصاص داده است. در آمریکای جنوبی کشور برزیل با
۳۲ میلیون هکتار، آرژانتین با ۳۱ میلیون هکتار و پاراگوئه
با سه میلیون هکتار بیشترین سطح زیر کشت کشاورزی
حفاظتی را داشته‌اند. در آمریکای شمالی نیز آمریکا با ۴۳
میلیون هکتار، کانادا با ۱۹ میلیون هکتار و مکزیک با ۴۱۱
هزار هکتار بیشترین سطح را به خود اختصاص دادند. قاره
اروپا و آفریقا از نظر پذیرش و بکارگیری کشاورزی
حفاظتی در حال توسعه هستند. در اروپا بالاترین سطح زیر
کشت کشاورزی حفاظتی مربوط به کشورهای اسپانیا (۹۰۰
هزار هکتار)، انگلیس (۳۶۲ هزار هکتار) و فرانسه (۳۰۰
هزار هکتار) بوده است. در قاره آفریقا نیز کشورهای
آفریقای جنوبی (۴۳۹ هزار هکتار) و زیمبابوه (۳۱۶ هزار

کشاورزی، ابزار اصلی تولید و گسترش دانش مربوطه بوده و سرانجام موفق به جلب حمایت بخش خصوصی، دولتی و عمومی شده‌اند.

کشورهایی مانند چین، قزاقستان، آفریقا و زیمبابوه، حمایت دولت‌ها نقش مهمی در تسریع پذیرش کشاورزی حفاظتی داشته است. در اغلب کشورهای که کشاورزی حفاظتی در آن‌ها در حال توسعه بوده، سازمان‌ها و انجمن‌های



شکل ۱- روند پذیرش جهانی کشاورزی حفاظتی، ۲۰۱۶-۱۹۷۴

وضعیت کلی کشاورزی آرژانتین

آرژانتین یکی از کشورهای واقع در قاره آمریکای جنوبی با مساحت ۲۷۳۶۶۹۰ کیلومتر مربع، جمعیت ۴۴ میلیون نفر و از کشورهای دارای اقتصاد متوسط است. آرژانتین از منابع طبیعی بسیار مطلوبی برای تولید محصولات کشاورزی برخوردار بوده و اراضی وسیع قابل کشت که با آب و هوای معتدل، بارندگی مناسب و قرار گرفتن در مجاورت بنادر قابل دسترسی جهت باربری دریایی و کشتیرانی تلفیق شده، شرایط مناسبی برای توسعه کشاورزی آن ایجاد کرده است. با وجود این‌که از اواسط دهه ۱۹۴۰، سرمایه‌گذاری‌ها در بخش کشاورزی آرژانتین نسبت به بخش‌های صنعت و خدمات کمتر بود، اما وجود منابع طبیعی مناسب در این کشور باعث شد تا کشاورزی آن رشد و شکوفایی قابل ملاحظه‌ای را تجربه کند (بانک جهانی، ۲۰۰۶). آرژانتین چهارمین صادرکننده غلات جهان (در سال ۲۰۱۷)، سومین صادرکننده ذرت (در سال ۲۰۱۹)، چهارمین صادرکننده جو (در سال ۲۰۱۹)، پنجمین صادرکننده دانه‌های روغنی (در سال ۲۰۱۷)، شانزدهمین کشور صادرکننده گوشت گاو (در سال ۲۰۱۹)، هشتمین تولید

در آسیا، در کشورهای مانند قزاقستان و چین، در مزارع بزرگ و در کشورهای مانند هند و پاکستان، در مزارع کوچک کشاورزی حفاظتی انجام شده و سامانه‌های کشاورزی حفاظتی مبتنی بر کشت گندم در سال‌های اخیر در این کشورها گسترش یافته است. در قزاقستان و چین، سامانه‌های کشت گندم دیم و در هند و پاکستان نیز کشت گندم و برنج در حال تبدیل شدن به سامانه‌های کشاورزی حفاظتی هستند (کسام و همکاران، ۲۰۱۹). سطح زیر کشت کشاورزی حفاظتی در آمریکای جنوبی از ۴۹/۵ میلیون هکتار در سال ۲۰۰۹ به ۶۶/۴ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۳ و به ۶۹/۹ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۶، افزایش یافته است (کسام و همکاران، ۲۰۱۹). با این وجود یکی از مشکلات در این کشورها کشت تک‌محصولی سویا بوده که سبب فرسایش و تخریب خاک گردیده است. این مشکل در برزیل با اعمال یک‌سری برنامه‌ها و در اروگوئه با مقررات قانونی برای کشت محصولات پوششی و برنامه‌های یارانه‌ای برای انجام صحیح کشاورزی حفاظتی مدیریت شده است (کسام و همکاران، ۲۰۱۵).

کننده شیر جهان (در سال ۲۰۱۹) و سیزدهمین کشور صادرکننده برنج (در سال ۲۰۱۹) بوده است. ارزش تولید ناخالص محصولات کشاورزی آرژانتین از ۱۸/۱ میلیارد دلار در سال ۱۹۶۷ به ۴۸/۹ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۶ افزایش یافته است (کانما، ۲۰۱۹).

تاریخچه و وضعیت کشاورزی حفاظتی در آرژانتین

در اوایل دهه ۱۹۶۰ سامانه تولید محصولات کشاورزی در آرژانتین ابتدا مشابه الگوهای قاره اروپا و آمریکا و مبتنی بر خاک‌ورزی رایج بود. این فرایند در این فرضیه ریشه داشت که برای دستیابی به بستر مناسب بذر و برای کنترل علف‌های هرز، لازم است خاک‌ورزی انجام شود. با این حال در مناطق استوایی و نیمه‌گرمسیری کشور آرژانتین، باران‌دگی‌هایی که اغلب شدید و کوتاه‌مدت بود، منجر به فرسایش زیاد خاک، آلودگی آب‌ها و غیره می‌گردید. همچنین مشکل دیگر، وجود فرسایش بادی در دوره‌های خشک بوده است. در نهایت وضعیت فرسایش چنان جدی شد که پایداری بلندمدت کشاورزی را تهدید می‌کرد. در اواخر دهه ۱۹۶۰، گروهی از کشاورزان خلاق برای مقابله با این مشکل گرد هم آمده و یک گروه غیر رسمی را تشکیل دادند. آن‌ها با پشتیبانی مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌ها تصمیم گرفتند که رویکرد بی‌خاک‌ورزی در کشاورزی را آزمایش کنند. اجرای این تصمیم و فعالیت‌های بعد از آن، سامانه‌های تولید محصولات کشاورزی در کشور آرژانتین را کاملاً دگرگون کرد. در سال ۱۹۸۹، این گروه غیررسمی، به انجمن بی‌خاک‌ورزی تبدیل شد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۹؛ انجمن تولیدکنندگان کاشت مستقیم آرژانتین، ۲۰۱۹). این انجمن در طول دهه ۱۹۹۰ همراه با انجمن‌های کشاورزی دیگر در کشورهای برزیل، مکزیک، پاراگوئه و اروگوئه که اهداف مشترکی داشتند، ادغام گردیده و بعدها با عنوان کنفدراسیون آمریکایی انجمن‌های بی‌خاک‌ورزی^۱ اهداف خود را دنبال نمودند. اولین تحقیق و تجربه مزرعه‌ای در زمینه‌ی

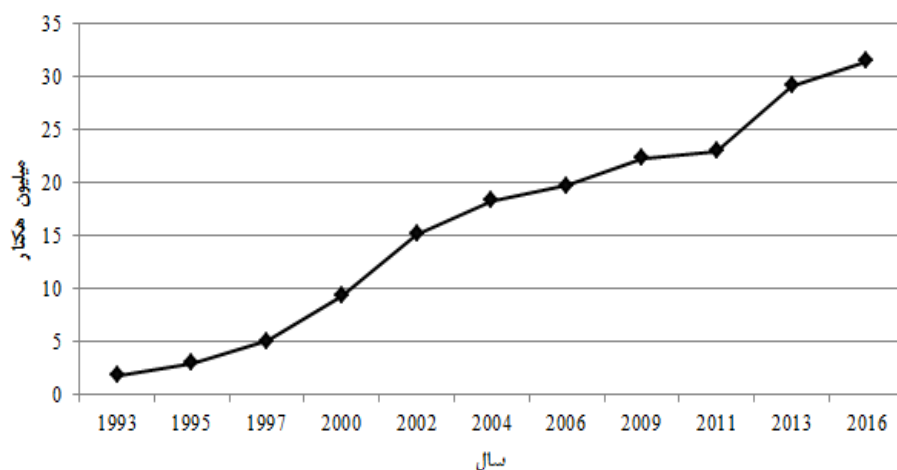
کشاورزی حفاظتی در کشور آرژانتین، در اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. بسیاری از کشاورزان شروع به کشت آزمایشی استفاده از سامانه بی‌خاک‌ورزی کردند و پس از مدتی به دلیل فقدان ماشین‌های کافی جهت مبارزه با علف‌های هرز، آن را رها نمودند، زیرا وجود و طغیان علف‌های هرز یک محدودیت در کشاورزی حفاظتی بود. نقطه عطف در توسعه و گسترش کشاورزی حفاظتی در کشور آرژانتین در سال ۱۹۸۶، تاسیس انجمن کاشت مستقیم آرژانتین^۲ بود (فیلیپس و یانگ، ۱۹۷۳). در برخی از منابع آغاز به کار این انجمن به صورت عملی، سال ۱۹۸۹، برای گسترش کشاورزی پایدار و براساس استفاده منطقی و هوشمندانه از منابع طبیعی، از طریق دسترسی به دانش و نوآوری در فن-آوری‌ها بیان شده است. این انجمن یک سازمان غیرانتفاعی بوده و توسط شبکه‌ای از تولیدکنندگان کشاورزی که بر اساس علاقه‌ی خود برای حفظ منابع اصلی و گسترش الگوهای نوین در کاشت مستقیم محصولات کشاورزی فعالیت می‌کردند، بنیان نهاده شد. اعضای این انجمن گسترش یک الگوی جدید کشاورزی بر اساس کاشت مستقیم را اتخاذ نموده و این سامانه را ارتقاء داده‌اند. آن‌ها به دنبال افزایش بهره‌وری بدون اثرات نامطلوب بر خاک بودند. از زمان تاسیس این انجمن، کشاورزی حفاظتی در آرژانتین رشد قابل‌توجهی را تجربه کرد. این انجمن که محور اصلی آن انتشار و تبادل اطلاعات در مورد شیوه‌های بی‌خاک‌ورزی در بین کشاورزان بود، به دلیل وجود سرمایه اجتماعی، کار، تعهد، حرفه‌ای بودن و اعتقاد اعضای خود، حمایت موسسات و شرکت‌ها و سهم ارزشمند دانشگاهیان و اندیشمندان معتبر داخل و خارج کشور، طی سال‌های گذشته رشد کرده و به محور توسعه سامانه‌های کشاورزی حفاظتی تبدیل شده است. هدف انجمن تولیدکنندگان کاشت مستقیم آرژانتین و کنفدراسیون آمریکایی انجمن‌های بی‌خاک‌ورزی، توسعه و ترویج مدل‌های کشاورزی حفاظتی بود که ضمن حرکت به سمت کشاورزی پایدار، امکان دستیابی به بهبود بهره‌وری، سودآوری و رقابت در کوتاه

2. Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid)

1. American Confederation of No Till Farmers Associations (CAAPAS)

مدت را، فراهم می‌کند. ترویج سامانه‌های پایدار تولید مواد غذایی از طریق علم، نوآوری و مدیریت دانش در یک شبکه، از اهداف دیگر این انجمن بوده است (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۹). اهداف و برنامه‌ی انجمن مذکور، یک رویکرد اساسی جهت پاسخ به مشکلات بزرگ در حوزه تولید و ناپایداری‌هایی بوده است که امروزه جوامع انسانی با آن روبرو هستند (تریگو و سیامپی، ۲۰۱۸). برنامه‌های عملی این انجمن شامل انجام تحقیقات میدانی، برگزاری کنگره‌ها و سمینارها به منظور تبادل دانش و فناوری بین کشاورزان داخل و خارج، فعالیت‌های ترویجی، تحقیق و توسعه مشترک با دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقات کشاورزی و شرکت‌های خصوصی و غیره می‌باشد. علاوه بر این به‌طور فعال اقدام به ایجاد گروه‌های منطقه‌ای کرده و دانش کشاورزی حفاظتی را در مناطق مختلف تولیدی کشور، ارتقا می‌بخشند. این گروه‌های منطقه‌ای، نقش مهمی در توسعه سامانه‌های کشاورزی حفاظتی در کشاورزی آرژانتین بر عهده دارند (پیریتی، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۵). در نتیجه‌ی اقدامات انجام شده در کشور آرژانتین، اجرای سامانه کشاورزی حفاظتی باعث تغییر الگویی گردید که ایده‌ای که خاک‌ورزی را برای رشد محصولات لازم می‌دانست، رها شد و کشاورزان عموماً به سمت کشاورزی حفاظتی متمایل شدند. در ابتدا به دلیل کمبود تجربه و دانش در مورد چگونگی انجام آن، ماشین-آلات کم و نامناسب و محدودیت دسترسی به علف‌کش‌ها، سرعت پذیرش کشاورزی حفاظتی کند بود. ۱۵ سال به طول انجامید تا در سال ۱۹۹۲، کشاورزی حفاظتی به حدود یک میلیون هکتار رسید. از آن به بعد با توجه به فعالیت‌های انجمن کاشت مستقیم و سایر انجمن‌های مرتبط، پذیرش کشاورزی حفاظتی هر ساله افزایش یافت، به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ حدود ۶۹ درصد از کل زمین‌های کشاورزی در آرژانتین تحت کشاورزی حفاظتی بوده است. به‌طورکلی می‌توان بیان نمود که اولین تجربه عملی کشاورزی حفاظتی

در آرژانتین در اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز شد، اما روند پذیرش در دهه ۱۹۹۰ با سرعت بیشتری افزایش یافت. یکی از دلایل رشد سریع کشاورزی حفاظتی در کشور آرژانتین، پاسخ مناسب تولیدکنندگان ماشین‌آلات کشاورزی، به نیازهای ماشینی کشاورزان بود. در میان بسیاری از تولیدکنندگان بزرگ و کوچک ماشین‌آلات کشاورزی حفاظتی در آرژانتین، حداقل ۱۵ تولیدکننده در زمینه‌ی صادرات فعالیت دارند و توسعه ماشین‌آلات تخصصی (مخصوصاً ماشین‌آلات کاشت مستقیم) تا حد زیادی در پیشبرد روند پذیرش کشاورزی حفاظتی نقش داشته است. کشاورزان کشور آرژانتین همانند سایر کشورهای آمریکای جنوبی، تمایل بر بکارگیری سامانه بی‌خاک‌ورزی دائمی دارند و در این کشور ۷۰ درصد کشاورزان، از بی‌خاک-ورزی دائمی استفاده می‌کنند. در ابتدا کاشت محصولات پوششی برای کشاورزان در این کشور موضوعیت نداشت، زیرا اعتقاد بر این بود که این محصولات رطوبت زیادی را از خاک می‌گیرند. این امر در سال‌های اخیر تغییر کرده است، زیرا تحقیقات نشان داد که هنگام استفاده از محصولات پوششی، بهره‌وری مصرف آب می‌تواند افزایش یابد. در نتیجه‌ی اقدامات صورت گرفته، کشاورزی حفاظتی در آرژانتین از چند صد هزار هکتار در سال ۱۹۹۰ به بیش از ۳۱ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۶ افزایش پیدا کرد. روند رشد کشاورزی حفاظتی در آرژانتین در شکل ۲ نشان داده شده است. کسام و همکاران (۲۰۱۹) سطح پذیرش کشاورزی حفاظتی در این کشور را بسیار بالا بیان کرده‌اند؛ اما نگرانی‌های جدی در مورد کیفیت انجام کشاورزی حفاظتی وجود دارد، زیرا به دنبال سیاست‌های اقتصادی دولت، برخی از کشاورزان به کشت تک‌محصولی سویا مبادرت می‌ورزند که این امر تخریب و فرسایش خاک را به همراه دارد؛ بنابراین کیفیت انجام کشاورزی حفاظتی نیز از موضوعات مهمی است که باید به آن توجه نمود.



شکل ۲- روند رشد کشاورزی حفاظتی در کشور آرژانتین در دوره ۱۹۹۳-۲۰۱۶

پذیرش کشاورزی حفاظتی برای سایر محصولات زراعی اصلی مانند ذرت، ۷۴ درصد، گندم ۷۲ درصد و برای آفتابگردان ۴۵ درصد بود (وزارت کشاورزی آرژانتین، ۲۰۱۸). یکی دیگر از مهم‌ترین مشوق‌های افزایش روند پذیرش کشاورزی حفاظتی در آرژانتین، نگرش فعالانه انجمن‌های کشاورزی بوده است. این امر در درجه اول با افزایش فرصت‌های بهبود بهره‌وری و سودآوری، حاصل می‌شد، ضمن این‌که فرسایش خاک را نیز کنترل می‌کرد (پیریتی و دومانسکی، ۲۰۱۴).

طبق گفته اکبیر و پارلادا (۲۰۰۲) کشاورزی حفاظتی مهم‌ترین فناوری کشاورزی معرفی شده در آرژانتین در ۵۰ سال گذشته بوده است. یکی از عوامل مهم زمینه‌ساز پذیرش گسترده کشاورزی حفاظتی در آرژانتین، معرفی سویای مقاوم به گلایفوزیت بود، زیرا مقاومت به این سم امکان کنترل علف‌های هرز را به صورت کامل و مقرون به-صرفه فراهم می‌کرد. در کشور آرژانتین محصول سویا دارای بیشترین سطح استفاده از کشاورزی حفاظتی بوده، به طوری- که در سال ۲۰۰۷، ۸۳ درصد از سطح زیر کشت سویا با استفاده از این فناوری کاشته شده است. در سال ۲۰۰۷، نرخ

جدول ۳- عوامل موثر بر توسعه کشاورزی حفاظتی در کشور آرژانتین

عنوان	توضیحات
کاهش هزینه‌های تولید و زمان انجام عملیات	کشاورزی حفاظتی به ماشین‌های کشاورزی گران و تخصصی نیاز دارد، اما نیاز به انجام برخی از عملیات رایج را از بین می‌برد. به همین دلیل کاهش هزینه‌ها و زمان انجام عملیات، یکی از اثرات مطلوب استفاده از بی‌خاک‌ورزی است.
امکان کشت محصول در زمین‌های فقیر	کشاورزی حفاظتی امکان کاشت محصول در مناطقی که با روش‌های معمول تولید، امکان کشت در آن‌ها وجود نداشت را فراهم نموده و به این طریق سبب گسترش استفاده از زمین‌های زراعی گردید.
کنترل فرسایش و کاهش تخریب خاک	کشاورزی حفاظتی با کاهش تخریب خاک ناشی از خاک‌ورزی معمول، سبب بهبود وضعیت اراضی شده و شرایط تبدیل برخی از زمین‌ها از حالت مرتعی به زراعی را فراهم نموده است. از طرفی دیگر بی‌خاک‌ورزی مدیریت‌شده (به عنوان مثال همراه با تناوب صحیح و...) سبب حفظ خاک شده و امکان کاشت سویا بلافاصله پس از برداشت گندم را تسهیل کرده است.
امکان گسترش زمین‌های زراعی	یکی دیگر از نتایج بکارگیری کشاورزی حفاظتی، گسترش زمین‌های زراعی بود که باعث شد بتوان به جای محصولات فرعی و کم ارزش، محصولات زراعی سودمند را در زمین‌های زراعی فقیر تولید کرد.
امکان انجام کشت دوم به صورت وسیع	استفاده از فناوری کشاورزی حفاظتی به همراه استفاده از سموم علف‌کش جهت مبارزه با علف‌های هرز سویا، یکی از مهم‌ترین عوامل محبوبیت انجام کشت محصول دوم (سویا) بود. این فناوری‌ها با هم باعث حفظ رطوبت خاک، کاهش زمان انجام عملیات زراعی و کاشت و کنترل علف‌های هرز گردید.

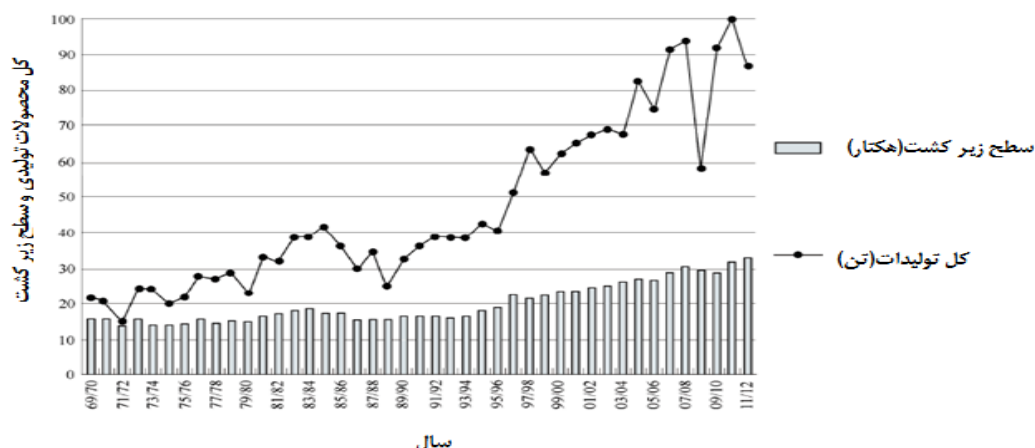
به‌طورکلی مجموعه‌ی اقدامات انجام شده توسط کشاورزان، انجمن‌های کشاورزی و سازمان‌های مرتبط با بخش کشاورزی آرژانتین، این کشور را در زمره‌ی موفق-ترین کشورها در زمینه بکارگیری سامانه کشاورزی حفاظتی قرار داده که از نتایج آن می‌توان به کاهش فرسایش و تخریب خاک، افزایش تولید در واحد سطح، افزایش بهره‌وری و سودآوری تولید محصولات کشاورزی اشاره نمود.

مزایای کشاورزی حفاظتی

هدف اولیه از پذیرش کشاورزی حفاظتی، مقابله با مشکلاتی مانند فرسایش آبی و بادی در جنوب برزیل و مشکلاتی نظیر خشکسالی در استرالیا بود. مهم‌ترین عامل در پذیرش کشاورزی حفاظتی توسط کشاورزان، مزایای بکارگیری این سامانه بوده است. از جمله‌ی این مزایا می‌توان به بهبود بهره‌وری کوتاه‌مدت و بلندمدت اشاره نمود. در کشور آرژانتین، تحول در ذهنیت کشاورزان و بهره‌برداران بخش کشاورزی بسیار بالا بود و به‌همین دلیل در

نتیجه‌ی این تحول بنیادی، افزایش قابل توجهی در بهره‌وری، رقابت اقتصادی و پایداری حاصل شد (پیریتی و همکاران، ۲۰۰۹؛ پیریتی و کوهلی، ۲۰۱۲). افزایش بلندمدت تولید محصولات کشاورزی از دیگر فواید بکارگیری سامانه کشاورزی حفاظتی در آرژانتین بود. شکل ۴ نمودار رشد تولید محصولات عمده کشاورزی (سویا، ذرت، سورگوم، آفتابگردان، گندم، جو) را از حدود ۲۰ میلیون تن در سال ۱۹۶۹ به ۱۰۰ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. توجه به این نکته حائز اهمیت است که این رشد پنج برابری در تولید محصولات، تنها با دو برابر شدن سطح زیر کشت حاصل شده است. اگرچه فن‌آوری‌هایی مانند استفاده صحیح از کودها، اصلاح بذور، بیوتکنولوژی و مواد شیمیایی و غیره در افزایش تولید نقش داشته‌اند، لیکن بخش زیادی از پایداری در تولید، ناشی از بکارگیری کشاورزی حفاظتی بوده است.

در جدول ۴ برخی از مزایای مهم اجرای سامانه کشاورزی حفاظتی به‌صورت خلاصه بیان شده است.



شکل ۳- روند افزایش سطح زیر کشت (میلیون هکتار) و عملکرد محصولات کشاورزی (میلیون تن) در کشور آروانیان در دوره ۲۰۱۲-۱۹۶۹

جدول ۴- برخی از مهم‌ترین مزایای کشاورزی حفاظتی

منبع	مزایای کشاورزی حفاظتی
داد و شاریلی، ۲۰۱۶	بی‌خاک‌ورزی سبب کاهش ذرات فسفر موجود در رواناب می‌شود.
باردووسکی و همکاران، ۱۹۹۴	وجود برتری سامانه خاک‌ورزی حفاظتی برای ذخیره رطوبت، در مقایسه با شخم برگردان‌دار.
وینگر و همکاران، ۲۰۱۵	بی‌خاک‌ورزی با کاهش تلفات و گاهی افزایش در کربن آلی خاک در در عمق ۵-۱۰ سانتی‌متری خاک همراه است.
فائو، ۲۰۱۱	کشاورزی حفاظتی سبب کاهش مصرف انرژی و نیتروژن در کشاورزی گردیده و از این طریق، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد و در نتیجه‌ی افزایش فعالیت‌های زیستی در خاک، عملکرد و بهره‌وری عوامل تولید در بلندمدت افزایش می‌یابد.
گونزالس سانچز و همکاران، ۲۰۱۲	کشاورزی حفاظتی سبب کاهش خروج مواد آلی از خاک می‌گردد.
باکر و همکاران، ۲۰۰۷	کشاورزی حفاظتی سبب کاهش نیروی انسانی مورد استفاده در عملیات تولید تا حدود ۵۰ درصد گردیده و به کشاورزان اجازه می‌دهد تا در زمان، مصرف سوخت و هزینه ماشین‌های کشاورزی صرفه‌جویی کنند.
فردیک و کسام، ۲۰۰۹	در کشاورزی حفاظتی میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت تا حدود ۶۰ درصد و بیشتر نیز گزارش گردیده است.
بی‌نام، ۲۰۱۷	میزان صرفه‌جویی در هزینه اجرای عملیات مزرعه‌ای در کشاورزی حفاظتی ۵۰ درصد کمتر از کشاورزی مرسوم بوده و همچنین بازده مزرعه‌ای ماشین نیز در روش کشاورزی حفاظتی و مرسوم به‌ترتیب ۸۰ و ۶۰ درصد گزارش شده است.
آرایا و آسفو، ۲۰۰۱	در کشور آریتره تمامی برنامه‌های ترویجی مربوط به حفاظت خاک که به افزایش درآمد و بهبود وضعیت اقتصادی کشاورزان منجر شده، به‌طور مطلوبی مورد پذیرش آن‌ها قرار گرفته است.
قربانی و همکاران، ۲۰۰۸	اجرای سیاست‌های حمایتی خاک با نگرش اقتصادی-ترویجی از طریق تامین نیازهای مالی، یارانه سبز و مداخله‌ی دولت، می‌تواند نقش موثری در اجرای عملیات حفاظت خاک داشته باشد.
ذاکری، ۲۰۰۶	در کشاورزی حفاظتی بر خلاف خاک‌ورزی سنتی، ساختار خاک حفظ شده، از تعداد تردد در مزرعه به‌منظور آماده‌سازی زمین، کاسته شده و به حفظ بقایای سطح خاک به‌منظور افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، حفاظت از خاک و افزایش مواد آلی کمک می‌شود.
فاروق و سیدیک، ۲۰۱۴	کشاورزی حفاظتی در صورت تلفیق شدن با سایر عوامل تولید مانند استفاده از بذور با کیفیت، استفاده موثر از آفت‌کش‌ها و کود، مدیریت علف‌های هرز و آبیاری و غیره، سبب افزایش تولید محصولات و دستیابی به کشاورزی پایدار می‌گردد.

حفاظتی که در نهایت سبب پایداری در تولید محصولات کشاورزی می‌گردد، بسیار بیشتر از مسایل نامطلوب ناشی از بکارگیری آن است.

نتیجه‌گیری

کشاورزی حفاظتی سبب کاهش مصرف انرژی در کشاورزی گردیده و از این طریق، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد و در نتیجه‌ی افزایش فعالیت‌های زیستی در خاک، عملکرد و بهره‌وری عوامل تولید در بلندمدت افزایش یافته و به حفظ محیط‌زیست کمک می‌شود. بکارگیری این سامانه ضمن افزایش عملکرد تولید در بلندمدت، مبتنی بر پایداری اکولوژیکی بوده و در اثر به-کارگیری آن، افزایش تنوع و فعالیت‌های زیستی در خاک تقویت شده و همچنین به دلیل کاهش فرسایش خاک، استفاده از کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها در دراز مدت نیز کاهش می‌یابد. همه‌ی این مسایل منجر به بهبود وضعیت سودآوری در کشاورزی خواهد شد. کشور آرژانتین با بکارگیری سامانه کشاورزی حفاظتی ضمن کنترل فرسایش و تخریب خاک، توانسته پایداری در تولید و مدیریت منابع و نهاده‌ها را متعادل نموده و در حال حاضر در نتیجه‌ی اقدامات صورت گرفته، تولید محصولات کشاورزی آن، نسبت به دهه‌های قبل افزایش قابل توجهی داشته است. انجمن‌های کشاورزی، سازمان‌های آموزشی و تحقیقاتی و سازندگان ماشین‌آلات کشاورزی، نقش موثری در گسترش کشاورزی حفاظتی ایفا نموده و مزایای فراوان این سامانه، پذیرش آن توسط کشاورزان را افزایش داده است. در سطح جهانی نیز کشاورزی حفاظتی از روند رو به رشدی برخوردار بوده و سطح زیر کشت به این شیوه، حدود ۱۸۰ میلیون هکتار تا سال ۲۰۱۶ تخمین زده شده است. کشورهای آرژانتین، برزیل، آمریکا و استرالیا از کشورهای پیشرو در بکارگیری سامانه کشاورزی حفاظتی هستند، ضمن این‌که پذیرش این سامانه در کشورهای دیگر نیز رو به افزایش است. تحقیقات متعدد صورت گرفته بیانگر نقش موثر کشاورزی حفاظتی در کاهش نهاده‌های مصرفی

بسیاری از محققان در مورد مزایای سامانه‌های کشاورزی حفاظتی، اتفاق نظر داشته و در توصیه کشاورزی حفاظتی به بخش کشاورزی، اختلاف نظر کمی وجود دارد. گرچه برخی معتقدند که در افزایش درآمد ناشی از به-کارگیری کشاورزی حفاظتی زیاده‌روی شده است (فریبایرن، ۲۰۰۴).

معایب کشاورزی حفاظتی

بکارگیری کشاورزی حفاظتی به دلیل طغیان علف‌های هرز، با استفاده بیشتر از سموم علف‌کش و دفع-آفات همراه است. از این رو مبارزه با علف‌های هرز در کشاورزی حفاظتی یک عنصر کلیدی است (کیم و تراکسلر، ۲۰۰۵). بعضی از محققان تاکید می‌کنند که به‌طورکلی، کشاورزی حفاظتی نباید به استفاده بیشتر از مواد شیمیایی منجر شود، اما این کار هنگام استفاده از سامانه‌های کاشت تک‌محصولی بیشتر اتفاق می‌افتد؛ بنابراین رعایت اصل تناوب زراعی در کشاورزی حفاظتی نیز بسیار مهم است (فردریک و کسام، ۲۰۱۲). یکی دیگر از مسایل مطرح در کشور آرژانتین، تغییر سامانه‌های تولید روستایی و نیمه-روستایی به سامانه‌های فشرده تولید بوده است. نگرانی‌هایی که در سامانه‌های کشت فشرده وجود دارد، نگرانی‌های مربوط به پایداری تولید است. سایر خطرات بالقوه در کشاورزی حفاظتی و در کشور آرژانتین مربوط به از دست دادن ماده آلی و کاربرد ناکافی کود فسفر برای جبران جذب فسفر و همچنین کشت تک محصولی و عدم رعایت تناوب زراعی است. علاوه بر این در آرژانتین، استفاده از سموم دفع آفات به میزان قابل توجهی، بیشتر از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی بوده و خطرات ناشی از استفاده از سم آترازین (علف‌کش انتخابی ذرت) به دلیل ماندگاری و ظرفیت استفاده از آن، برای آلودگی منابع آب آشامیدنی وجود دارد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۱۹). در مجموع مسایل فوق در سامانه‌های کشاورزی حفاظتی قابل کنترل بوده و نیاز به مدیریت علمی و دقیق دارد. این درحالی است که اثرات مفید بلندمدت کشاورزی

و هدر رفت منابع، دستیابی به کشاورزی پایدار، افزایش بهره‌وری و سودآوری در کشاورزی است؛ بنابراین اجرای کشاورزی حفاظتی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارهای غلبه بر چالش‌های موجود در بخش کشاورزی، پاسخی مناسب به ناپایداری در تولید محصولات کشاورزی بوده که باید با جدیت دنبال گردد و موانع و عوامل موثر در پیشبرد آن در داخل کشور ایران، مورد شناسایی، ارزیابی و مدیریت صحیح قرار گیرد.

فهرست منابع

۱. باکینگهام، ف.، و ا. دبلیو پائولی. (Tillage). ۱۳۸۷. سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی. آسودار، م. و ه. سبزه‌زار. جلد اول. انتشارات سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران. ۳۴۳ صفحه.
۲. بی‌نام. ۱۳۹۶. تحلیل‌های فنی در مدیریت و مهندسی کشاورزی ایران. جلد اول. موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی کشور، سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. کرج، ایران. ۱۴۳ صفحه.
۳. تبرایی، م.، و م. حسن‌نژاد. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و عوامل موثر بر پذیرش برنامه‌های ترویجی اجرا شده در مسیر فرآیند توسعه کشاورزی: مطالعه موردی گندم کاران شهرستان مشهد. مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳(۱): ۵۹-۶۸.
۴. ترشیزی، م.، و ح. ا. سلامی. ۱۳۸۶. بررسی عوامل موثر بر اقدامات حفاظتی خاک مطالعه موردی: خراسان رضوی. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد. (<https://civilica.com/doc/46889>).
۵. ذاکری، ح. و ن. کاظمی. ۱۳۸۵. نظام‌های خاک‌ورزی در کشاورزی پایدار. جلد اول. انتشارات دانشگاه ایلام. ۲۱۲ صفحه.
۶. شاهرودی، ع. ا.، م. چیدری، و غ. پزشکی‌راد. ۱۳۸۷. تاثیر تعاونی آب‌بران بر نگرش کشاورزان نسبت به مدیریت آب کشاورزی: مطالعه موردی استان خراسان رضوی. مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۲(۲): ۷۱-۸۵.
۷. قربانی، م.، ع. کوچکی، ا. لکزیان، م. تبرایی، م. کهنسال، م. مطلبی، ا. شکری، و م. ترشیزی. ۱۳۸۶. بازشناسی عوامل موثر بر سرمایه‌گذاری کشاورزان استان خراسان رضوی در حفاظت خاک. علوم و صنایع کشاورزی، ۲۱(۲): ۱۱-۲۱.
8. Araya, B., and J. Asafu-Adjaye. 2001. Adoption of farm-level soil conservation practices in Eritrea. *Indian Journal of Agricultural Economics*. 56(2): 239-252.
9. Baker, C.J., K.E. Saxton, W.R. Ritchie, W.C.T. Chamen, D.C. Reicosky, M.F.S. Ribeiro, S.E. Justice, and P.R. Hobbs. 2007. No- Tillage Seeding in Conservation Agriculture- 2nd Edn. CABI and FAO, Rome. 326 pp.
10. Bayramin, I., O. Dengiz, O. Baskan, and M. Parlak. 2003. Soil erosion risk assessment with ICONA model; case study: Beypazarı area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 27(2): 105-116.
11. Bordovsky, J. P., W.M. Lyle, and J.W. Keeling. 1994. Crop rotation and tillage effects on soil water and cotton yield. *Agronomy Journal*. 86(1): 1-6.
12. Derpsch, R., and T. Friedrich. 2009. Global Overview of Conservation Agriculture Adoption. Proceedings, Lead Paper, 4th World Congress on Conservation Agriculture, pp. 429-438. 4-7 February 2009, New Delhi, India.

13. Derpsch, R., T. Friedrich, A. Kassam, and H. Li. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 3(1): 1-25.
14. Dodd, R. J., and A.N. Sharpley. 2016. Conservation practice effectiveness and adoption: Unintended consequences and implications for sustainable phosphorus management. *Nutrient Cycling in Agro Ecosystems*. 104(3): 373-392.
15. Ekboir, J., and G. Parellada. 2002. Public-private interactions and technology policy in innovation processes for zero tillage in Argentina. *Agricultural Research Policy in an era of Privatization*. pp:137-154.
16. FAO. 2011a. Save and Grow, a policymaker, s guide to sustainable intensification of smallholder crop production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 116 p.
17. FAO. 2014. Food and Agriculture Organization. Conservation Agriculture. <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/> [verified 15 May. 2020]
18. Farooq, M., and K.H.M. Siddique. (Eds). 2014. Conservation Agriculture. Springer, Cham. Softcover reprint of the original 1st ed. 2015 edition (September 10, 2016). 665 p.
19. Freebairn, D. M., and D.M. Silburn. 2004. Soil conservation in Australia's semi-arid tropics: Pathways to success, and new challenges. *Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions*. ISCO.
20. Friedrich, T., and A.H. Kassam. 2009. Adoption of Conservation Agriculture Technologies: Constraints and Opportunities. IV World Congress on Conservation Agriculture. 4-7 February. 2009, New Delhi, India. Pp: 4-7.
21. Friedrich, T., and A.H. Kassam. 2012. No-till farming and the environment: do no-till systems require more chemicals. *Outlooks on Pest Management*. 23(4): 153-157.
22. Friedrich, T., R. Derpsch, and A.H. Kassam. 2012. Overview of the global spread of Conservation Agriculture. *Field Actions Science Reports, Special Issue*. (6): 1-7.
23. Gonzalez-Sanchez, E. J., R. Ordonez-Fernandez, R. Carbonell-Bojollo, O. Veroz-Gonzalez, and J.A. Gil-Ribes. 2012. Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture. *Soil and Tillage Research*. (122): 52-60.
24. <https://knoema.com/atlas/Argentina/topics/Agriculture>. 2019. [verified 6 May. 2020].
25. Jat, R.A., K.L. Sahrawat, and A.H. Kassam, (Eds). 2014. Conservation Agriculture: Global Prospects and Challenges. CABI, Wallingford. 393 p.
26. Kassam, A. H., T. Friedrich, and R. Derpsch. 2010. Conservation agriculture in the 21st century: A paradigm of sustainable agriculture. In *European Congress on Conservation Agriculture*. vol. 10: 4-6.
27. Kassam, A. H., T. Friedrich, and R. Derpsch. 2019. Global spread of conservation agriculture. *International Journal of Environmental Studies*. 76(1): 29-51.
28. Kassam, A. H., T. Friedrich, R. Derpsch, and J. Kienzle. 2015. Overview of the worldwide spread of conservation agriculture. *Field Actions Science Reports. The Journal of Field Actions*. 8.
29. Kassam, A.H., T. Friedrich, F. Shaxson, and J. Pretty. 2009. The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake. *International journal of agricultural sustainability*. 7(4): 292-320.
30. OECD. 2019. TRADE AND AGRICULTURE DIRECTORATE COMMITTEE FOR AGRICULTURE. 29 January 2019. Organization for Economic Co-operation and Development. 172 p.
31. Peiretti, R. A. 2007. The Global Need for a Sustainable Agricultural Model. In: Buck H.T., Nisi J.E., Salomón N. (eds) *Wheat Production in Stressed Environments. Developments in Plant Breeding*, vol 12. Springer, Dordrecht.
32. Peiretti, R. A. 2009. The No-till System: It's Contribution to the Evolution of Argentine Farming. In *Feeding the Future, Argentine Food Production Ten Years from Now*. 831 p.
33. Peiretti, R. A., 2003. The CAAPAS actions and the development of the MOSHPA. In *Proceedings of the II World Congress on Conservation Agriculture*. (1): 127-128.

34. Peiretti, R. A., and M. Kohli. 2012. Increases in cereal and oilseeds productivity and profitability through conservation agriculture: Argentine experience. *The World Wheat Book, A History of Wheat Breeding*, 2.
35. Peiretti, R., and J. Dumanski. 2014. The transformation of agriculture in Argentina through soil conservation. *International Soil and Water Conservation Research*. 2(1): 14-20.
36. Phillips, S. H., and H. M. Young. 1973. *No-tillage Farming*. Reimann Associates. INC., Milwaukee, Wisconsin.
37. Qaim, M., and G. Traxler. 2005. Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. *Agricultural economics*. 32(1): 73-86.
38. Shafiei, F., A. Rezvanfar, M. Hosini, and F. Sarmadian. 2008. Survey of soil conservation practices from the perspective of Karkheh and Dez watershed farmers. *Iran-Watershed Management Science and Engineering*. 2(3): 3- 10.
39. Slavin, R. E. 1986. Best-evidence synthesis: An alternative to meta-analytic and traditional reviews. *Educational researcher*. 15 (9): 5-11.
40. Trigo, E. and M. Ciampi. 2018. Review of agricultural innovation policies in Argentina, Background report for the OECD Review of Agricultural Policies in Argentina.
41. Wingeyer, A. B., T. J. Amado, M. Perez-Bidegain, G. A. Studdert, C. H. P. Varela, F. O. Garcia, and D. L. Karlen. 2015. Soil quality impacts of current South American agricultural practices. *Sustainability*. 7(2): 2213-2242.
42. World Bank. 2006. *Argentina Agriculture and Rural Development: Selected issues*. Report No. 32763-AR. Washington, DC: World Bank.

اثر مدیریت تغذیه بر عملکرد گندم در مزارع کشاورزان برخی مناطق کشور

محمد مهدی طهرانی^۱، لیلا رضاخانی، غلامعلی کیخا، مریم غزائیان، علیرضا جعفرنژادی،

جهانبخش میرزاوند و فرشید نوابی

استادیار پژوهش بخش تحقیقات شیمی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

mtehrani2000@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات شیمی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

leila.rezakhani@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

keykha53@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

ghazaeen@yahoo.com

دانشیار پژوهش بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی،

ایران. arjafarnejady@gmail.com.

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

j_mirzavand@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

fanavabi@yahoo.com

دریافت: مهر ۱۳۹۹ و پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

به منظور مشاهده تأثیر کاربرد بهینه کودها بر عملکرد کمی و کیفی محصول گندم نسبت به عرف زارع، این مطالعه به صورت پایلوت تحقیقی - ترویجی در چهار استان خوزستان، فارس، سیستان و گلستان به مساحت یک هکتار به صورت ۵۰۰۰ متر مربع شاهد و ۵۰۰۰ مترمربع تیمار تغذیه بهینه در هر مزرعه، در سال زراعی ۹۶-۹۵، انجام شد. قبل از کشت از خاک هر مزرعه به روش نمونه برداری مرکب یک نمونه خاک از عمق (۳۰-۰) سانتی متری تهیه و توصیه های کودی در تیمار مصرف بهینه بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شد. سایر عملیات زراعی (خاکورزی، آبیاری، کشت، رقم، مبارزه با آفات و بیماری ها و علف های هرز) بر اساس عرف زارع انجام شد. در مرحله برداشت به روش کیل گیری (کادراندازی) تعداد سه نمونه از محصول گندم هر قطعه (تیمار و شاهد) گرفته و صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه گندم در مزرعه شاهد (عرف زارع) و مزرعه تیمار تغذیه بهینه در هر منطقه، به طور جداگانه اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که تغذیه بهینه در زراعت گندم بر مبنای آزمون خاک، اثر افزایشی در صفات طول خوشه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه گندم داشت ولی اثر آن بر سایر صفات معنی دار نبود. در اندازه گیری عملکرد دانه از تیمار مصرف بهینه کود در مقایسه با عرف زارع در تمام استان ها، افزایش معناداری به طور متوسط معادل ۲۱/۳ درصد بدست آمد. لذا کاربرد تلفیقی کودهای پایه با کودهای زیستی و محرک های رشد مطابق با برنامه غذایی ارائه شده بر اساس آزمون خاک، در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و صرفه اقتصادی و با هدف افزایش عملکرد دانه گندم کشت شده در مناطق مورد مطالعه، توصیه می گردد.

واژه های کلیدی: مصرف بهینه کود، آزمون خاک، پایلوت گندم

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.

مقدمه

تولید غذا برای جمعیت در حال رشد مستلزم مدیریت تلفیقی عناصر غذایی و افزایش توان حاصلخیزی خاک توسط کشاورزان است. مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه، به صورت استفاده هوشمندانه از ترکیب بهینه منابع آلی، معدنی و زیستی عناصر غذایی در یک تناوب زراعی برای دستیابی به عملکرد و تولید بهینه بدون آسیب رساندن به اکوسیستم خاک تعریف می شود (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۳). به عبارت دیگر مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه با حفظ حاصلخیزی خاک و فراهمی عناصر مورد نیاز گیاه در سطح بهینه، منجر به تولید پایدار محصول به میزان مورد انتظار می گردد. زمان بندی مصرف کودها به نحوی که عناصر غذایی در طول دوره حداکثر جذب توسط گیاه، در دسترس آن قرار گیرند و به عبارتی تشخیص نیاز گیاه به مقادیر مختلف عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد، نه تنها کارایی مصرف عناصر غذایی را افزایش می دهد، بلکه اثرات مخرب زیست محیطی برخی از کودهای شیمیایی را نیز به حداقل می رساند. مهم ترین هدف یک برنامه کوددهی مؤثر این است که از دسترسی کافی نیتروژن، فسفر و سایر عناصر قابل جذب در مراحل مختلف رشد گیاه اطمینان حاصل شود، به طوری که هیچ محدودیتی در رشد گیاه و عملکرد آن توسط عناصر غذایی حاصل نگردد. مصرف بهینه کود از مهم ترین عوامل افزایش عملکرد و ارتقاء سطح سلامت جامعه است و آزمون خاک یکی از راه های ارزیابی حاصلخیزی خاک است. قبل از کشت، نمونه برداری خاک به منظور برآورد عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک جهت ارائه توصیه بهینه کودی ضروری است. خاصه سیرجانی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر مصرف کود زیستی، سولفات روی و نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم نشان دادند که حداکثر عملکرد با کاربرد کود زیستی ازتوباکتر، مصرف روی و نیتروژن به دست آمد. همچنین نشان دادند که استفاده از کود زیستی ازتوباکتر به طور معناداری پروتئین گندم را افزایش داد. سیدی و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی اثر توأم کود شیمیایی و زیستی

بر ویژگی های کمی و کیفی برخی از ارقام گندم نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵/۹ تن در هکتار، مربوط به تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و رقم چمران بود، در این رابطه رستی و همکاران (۲۰۰۶) بیان داشتند که نیتروژن و فسفر سبب افزایش جذب مواد غذایی و فتوسنتز و حفظ سلامت گیاه در طول دوره رشد شده و از این رو انتقال مواد به دانه بیشتر شده و افزایش عملکرد را به همراه دارد. همچنین در این تحقیق بیشترین عملکرد زیستی گندم با میانگین ۱۳/۱ تن در هکتار، مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و رقم چمران بود. رشیدی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند کاربرد همزمان کود شیمیایی فسفر و باکتری حل کننده فسفر به دلیل افزایش جذب فسفر و نیتروژن به گیاه گندم موجب افزایش میزان عملکرد، غلظت پروتئین و فسفر دانه گردید. به منظور بررسی اثر روش مصرف پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم چمران، آزمایش مزرعه ای در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ توسط جعفرزاده و همکاران (۱۳۹۲) انجام شد. نتایج نشان داد که مصرف حاکی پتاسیم باعث بهبود رشد رویشی و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گندم شد. محلول پاشی پتاسیم در مرحله پنجه زنی و پنجه زنی + ساقه دهی گندم باعث افزایش معنادار عملکرد دانه به ترتیب ۱۴/۰۵ و ۱۵/۵۱ درصد در مقایسه با شاهد شد. توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) بیان نمودند تیمارهایی که در آن ها از کودهای زیستی نیتروژنی و فسفر به صورت توأم استفاده شده است، علاوه بر آن که باعث افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه ذرت گردید، میزان مصرف کودهای شیمیایی فسفات تا ۵۰ درصد کاهش یافت. اثرات کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد گندم در دو بافت خاک نشان داد که تلقیح کودهای زیستی در دو بافت خاک، موجب افزایش وزن هزاردانه در مقایسه با عدم تلقیح شد و بیشترین وزن هزاردانه با میانگین ۵۲ گرم در استفاده از کود زیستی نیتروژنی (نیتروکارا) در تلفیق با ۵۰ درصد کود شیمیایی (NPK) در بافت لوم رسی مشاهده گردید.

تلفیح کودهای زیستی در بافت لوم رسی در مقایسه با بافت لوم شنی افزایش معناداری در عملکرد گیاه نشان داد (امیری فارسانی و همکاران، ۱۳۹۲). امان اله و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند تلفیق کود زیستی آزوسپریلوم با ۵۰ درصد کودهای نیتروژن و فسفر باعث افزایش عملکرد پروتئین دانه گندم بین ۱۱ تا ۵۹ درصد و افزایش عملکرد دانه گندم بین ۲۰ تا ۴۶ درصد در مقایسه با شرایط کنترل شد. نتایج به دست آمده از مطالعات محققان سیدار و خانی (۲۰۱۳)، کرباسی و رستگاری پور (۲۰۱۴) و غفاری و میرشکاری (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که مزیت نسبی به موجودی منابع و عوامل تولید، شیوه تولید، پیشرفت فناوری، مهارت نیروی انسانی و کارایی نهاده‌ها وابسته است. نتایج تحقیقات حسینی (۱۳۹۷) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با مصرف بذر مال کود و محلول‌پاشی با کود زیستی بیوآزوسپیر در مراحل شروع پنجه و شروع ساقه به میزان ۵۶۸۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که نسبت به شاهد بیش از ۲۴ درصد افزایش نشان داد. اسیدهای هیومیک تأثیر بسزایی در بهبود شرایط شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک برای رشد گندم ایفا می‌نمایند، به‌علاوه کاربرد اسید هیومیک کارایی استفاده از عناصر غذایی از جمله فسفر را افزایش می‌دهد. نوع مایع اسید هیومیک را می‌توان به صورت بذر مال در زمان کشت گندم مصرف نمود. این عمل شرایط سبز شدن و جوانه زدن دانه را بهبود می‌بخشد. در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم، افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه گزارش شد (درودیان و همکاران، ۲۰۱۶). پرتانی (۱۳۹۱) به بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن، اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی بر روی عملکرد ذرت (sc704) پرداختند. نتایج نشان داد که کاربرد ترکیبی نیتروژن، اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی باعث افزایش عملکرد ذرت شد.

در توصیه متعادل مصرف کودها برای تولید محصول گندم، شناخت کمبود عناصر غذایی در خاک و گیاه، آگاهی از الگوی جذب عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه و شناخت مراحل حساس به کمبود عناصر غذایی، آگاهی از توان تولید خاک به ویژه از لحاظ سطح کربن آلی و شرایط شوری، وضعیت منابع آب در دسترس به‌ویژه در کشت‌های آبی، سابقه شرایط اقلیمی نظیر شرایط دمایی و بارندگی به ویژه در کشت‌های دیم، آگاهی از انواع کودهای محتوی عناصر غذایی و محرک‌های رشد برای مصرف خاکی، محلول‌پاشی و کاربرد در آب آبیاری و همچنین ارزیابی‌های اقتصادی ضروری است. لذا به منظور آگاهی بهره‌برداران از تفاوت عملکرد گندم آبی در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی در مقایسه با عرف زارع و بررسی تأثیر اقتصادی مدیریت تلفیقی، مطالعه حاضر انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مشاهده تأثیر تلفیقی کودها در عملکرد کمی و کیفی محصول گندم نسبت به عرف زارع، طرحی به صورت پایلوت تحقیقی- ترویجی در چهار استان خوزستان، فارس، سیستان و گلستان با طول و عرض جغرافیایی مشخص (جدول ۱) و به مساحت یک هکتار به صورت ۵۰۰۰ مترمربع شاهد و ۵۰۰۰ مترمربع تیمار تغذیه بهینه در هر مزرعه، در سال زراعی ۹۶-۹۵ اجرا شد. قبل از کشت از خاک مزرعه از عمق (۳۰-۰) سانتیمتری نمونه- برداری مرکب خاک انجام شد. نتایج تجزیه خاک و آب آبیاری به ترتیب در جداول (۲ و ۳) قابل مشاهده است. توصیه‌های کودی در تیمار مصرف بهینه بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شد. مقادیر و کودهای مصرفی بر اساس مراحل رشد گندم به تفکیک استان‌ها در (جدول ۴) نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات طول و عرض جغرافیایی مزارع مورد مطالعه

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
خوزستان-ویس	۰۲۹۳۳۰۰	۳۴۸۱۴۱۰
خوزستان-ملاثانی	۳۴۸۴۲۲۵	۳۰۲۶۴۲
خوزستان-دشت آزادگان	۲۵۰۵۴۳	۳۴۸۷۳۶۴
خوزستان-اهواز	۲۸۰۸۰۷	۳۴۵۶۲۵۵
فارس-داراب	۵۴ ۲۵ ۴۷	۲۸ ۴۴ ۴۲
سیستان-هامون	۳۵۳۱۰۷	۳۴۲۰۵۲۷
سیستان-زحک-ایستگاه تحقیقات کشاورزی	۳۷۳۰۳۳	۳۴۲۰۱۲۵
سیستان-زحک-چریکه	۳۸۲۳۳۰	۳۴۱۰۲۴۵
سیستان-زابل	۳۶۴۷۰۷	۳۴۳۰۳۱۰
سیستان-هیرمند	۳۷۸۶۳۹	۳۴۴۲۳۱۲
گلستان-فاضل آباد	۳۶ ۵۷ ۳۶/۳	۵۴ ۴۴ ۵۵/۲
گلستان-کردکوی	۲۴۳۵۱۲	۴۰۷۵۳۳۲

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع استان‌ها

صفات پایلوت	عمق (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	pH	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب (p.p.m)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)	آهن (p.p.m)	مس (p.p.m)	روی (p.p.m)	منگنز (p.p.m)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن
خوزستان- ویس	۰-۳۰	۸/۴	۷/۵	۰/۵۹	۹/۶	۲۳۸	-	-	-	-	۲۶	۴۸	۲۶
خوزستان- ملاثانی	۰-۳۰	۱۲/۸	۷/۳	۰/۴۷	۵	۱۷۳	-	-	-	-	۲۲	۴۴	۳۴
خوزستان- آزادگان	۰-۳۰	۸/۱	۷/۸	۰/۶	۱۰/۴	۲۰۵	-	-	-	-	۳۵	۳۸	۲۷
خوزستان- اهواز	۰-۳۰	۷	۷/۷	۰/۵۵	۸/۵	۲۱۰	-	-	-	-	۳۰	۳۶	۳۲
فارس- داراب	۰-۳۰	۰/۹۶	۸/۲	۰/۷۷	۹/۳	۲۵۰	۶/۲	۲/۴	۰/۷	۱۰/۸	۲۰/۱	۵۷	۲۲/۹
فارس- مروودشت	۰-۳۰	۰/۶۵	۷/۸	۱/۰۱	۱۵/۲	۳۰۰	۴	۰/۵	۰/۹	۶	۳۵/۹	۴۸/۵	۱۴/۷
فارس- زرقان	۰-۳۰	۰/۶۵	۷/۹	۱/۱	۱۳/۵	۲۸۰	۵	۰/۴	۰/۸	۷	۳۶/۲	۴۸/۶	۱۵/۲
سیستان- پایلوت ۱	۰-۳۰	۱/۹۸	۸/۵	۰/۲۹	۳/۶	۸۵	۳/۲	۰/۳۳	۰/۱	۳	۱۳	۲۶	۶۱
سیستان- پایلوت ۲	۰-۳۰	۲/۷	۸/۴	۰/۴۴	۶/۲	۱۱۰	۲	۰/۳۶	۰/۲۵	۲/۲	۱۹	۳۵	۴۶
سیستان- پایلوت ۳	۰-۳۰	۲	۸/۸	۰/۳۲	۴/۴	۱۳۵	۲/۳	۰/۲۸	۰/۴۴	۲/۱	۹	۴۰	۵۱
سیستان- پایلوت ۴	۰-۳۰	۵/۴	۸/۵	۰/۴۰	۶/۴	۱۰۰	۳/۸	۰/۴۷	۰/۴۹	۳/۵	۱۷	۴۶	۳۷
سیستان- پایلوت ۵	۰-۳۰	۶/۲	۸/۴	۰/۳۱	۲/۶	۱۰۰	۳/۴	۰/۴۵	۰/۱۵	۴	۱۷	۴۹	۳۴
گلستان- فاضل آباد	۰-۳۰	۱/۴	۷/۶	۱/۳	۲/۲	۱۵۴	-	-	-	-	۳۰	۳۸	۳۲
گلستان- کردکوی	۰-۳۰	۲/۲	۸/۱	۱/۲۹	۱۵/۴	۱۶۰	-	-	-	-	۴۲	۵۰	۸

جدول ۳ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری مزارع در طول مراحل رشد

صفات پایلولت	pH	هدایت الکتریکی ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	کدورت	کلرور	سولفات	کربنات	بیکربنات	سدیم	نیتريت	نیترات	فسفات	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
داراب	۷/۸	۰/۴۴۲	۰/۴۹	۰/۷	۰/۱۳	۰	۴	۰/۶۴	-	-	-	-	۶۲	۳۲۸
مرو دشت	۷/۲	۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
زرقان	۷	۱/۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سیستان	۸/۴۸	۱۰۹۱	۱۰	۱۱۶	۲۳۴	۸/۴	۱۹۹	۱۴۱	۰/۰۱۵	۸	۰/۱۵	۵/۷	۳۲/۸	۴۲/۷
خوزستان- ویس	۷/۶	۵۲۵۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خوزستان- ملاثانی	۷/۸	۱۵۲۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خوزستان- آزادگان	۷/۸	۲۳۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خوزستان- اهواز	۷/۳	۱۲۳۵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۴ - برنامه غذایی گندم بر اساس مراحل مختلف فنولوژیکی رشد در استان‌های مورد مطالعه

نوع کود	خوزستان	فارس	سیستان	گلستان	استان
بذر مال غلات	۱ لیتر برای ۲۵۰ کیلو بذر	۱ لیتر برای ۱۲۵ کیلو بذر در هر هکتار	۲ لیتر برای ۱۵۰ کیلو بذر در هر هکتار	۱ لیتر برای ۲۵۰ کیلو بذر	گلستان
سوپرفسفات تریپل	۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	۷۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	-	گلستان
دی آمونیوم فسفات	-	-	-	۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	گلستان
سولفات پتاسیم	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (اختلاط با خاک)	گلستان
اوره	۳۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار (مصرف سرک)	۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (مصرف سرک)	۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (مصرف سرک)	۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (مصرف سرک)	گلستان
اسید هیومیک	۱۵ لیتر در هکتار همراه آب آبیاری	۸ لیتر در هکتار همراه آب آبیاری	۸ لیتر در هکتار همراه آب آبیاری	۸ لیتر در هکتار همراه آب آبیاری	گلستان
بالانس (۲۰-۲۰-۲۰) NPK	-	۳ لیتر در هکتار محلول پاشی	۳ لیتر در هکتار محلول پاشی	۳ لیتر در هکتار محلول پاشی	گلستان
بالانس (۲۰-۲۰-۲۰) NPK	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	۸ تا ۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	گلستان
میکرو میکس (مخلوط عناصر میکرو)	-	۲ کیلوگرم در هکتار محلول پاشی	۲ کیلوگرم در هکتار محلول پاشی	۲ کیلوگرم در هکتار محلول پاشی	گلستان
پتاس بالا NPK (۱۲-۱۲-۳۶)	-	۲ کیلو در هکتار محلول پاشی	۲ کیلو در هکتار محلول پاشی	۲ کیلو در هکتار محلول پاشی	گلستان
پتاس بالا NPK (۱۲-۱۲-۳۶)	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	۷ تا ۸ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	گلستان
سیلیکوپتاس	-	۱ لیتر در هکتار محلول پاشی	۱ لیتر در هکتار محلول پاشی	۱ لیتر در هکتار محلول پاشی	گلستان
فسفر بالا NPK (۱۰-۵۲-۱۰)	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	-	-	-	گلستان
ازت بالا NPK (۳۰-۶-۶)	۱۰ کیلوگرم در هکتار همراه آب آبیاری	-	-	-	گلستان
محرک رشد جلبک دریایی	۱۳ تا ۱۶ لیتر در هکتار (کود آبیاری)	۶ لیتر در هکتار محلول پاشی	۶ لیتر در هکتار محلول پاشی	۶ لیتر در هکتار محلول پاشی	گلستان

جداگانه اندازه گیری شد. آنالیز آماری با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون t برای دو جامعه مستقل انجام شد.

نتایج

مقایسه میانگین مصرف بهینه کود با عرف زارع در صفات مورد مطالعه در جداول ۵ تا ۸ به تفکیک استان‌ها و در (جدول ۹) به صورت میانگین استان‌ها نشان داده شده است.

کشت گندم در استان گلستان به صورت دیم بود. سایر عملیات زراعی (خاک‌ورزی، آبیاری، کشت، رقم، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز) بر اساس عرف زارع انجام شد. در مرحله برداشت به روش کیل‌گیری (کادراندازی) تعداد سه نمونه از هر قطعه (تیمار و شاهد) گرفته و صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه، وزن هزاردانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه گندم در مزرعه شاهد و مزرعه تیمار تغذیه در هر منطقه به‌طور

جدول ۵- مقایسه میانگین مصرف بهینه کود با عرف زارع در صفات مورد مطالعه با آزمون t در استان خوزستان (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

صفات تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد زیستی (kg/ha)	طول خوشه (cm)
مصرف بهینه کود	۵۴۶۸±۷۹۴/۵	۸۶/۲۰±۱۴/۳۳	۴۰/۰۷±۷/۸	۴۲/۸۰±۲/۵۷	۱۴۳۵۳±۱۹۰۲	۷/۵۲±۲/۰۴۵
عرف زارع	۴۳۳۶±۵۲۶	۸۲/۱۰±۱۲/۷۹	۳۴/۶۷±۵/۸	۴۰/۶۵±۵/۱۴	۱۱۷۸۱±۱۴۳۵	۶/۳۵±۲/۰۴۲
عدد t	۲/۳۸	۰/۴۳	۱/۱۱	۰/۷۵	۲/۱۶	۰/۸۱
سطح معنی‌داری	۰/۰۵۰۰	۰/۶۸۴۴	۰/۳۰۹۰	۰/۴۸۲۸	۰/۰۷۴۱	۰/۴۴۷۲

جدول ۶- مقایسه میانگین مصرف بهینه کود با عرف زارع در صفات مورد مطالعه با آزمون t در استان فارس (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

صفات تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد زیستی (kg/ha)	طول خوشه (cm)
مصرف بهینه کود	۷۳۷۰±۸۷۰	۱۰/۱/۵±۵/۷۰	۴۸/۵۰±۲/۶۴	۳۹/۴۷±۷/۳۷	۱۷۱۸۵±۱۷۴۴/۵	۱۰/۵۵±۰/۱۸۰
عرف زارع	۶۰۱۴/۵±۶۵۰	۹۹/۸۵±۶/۲۶	۴۷/۰۰±۲/۹۴	۳۶/۵۷±۶/۶۳	۱۴۲۷۹±۴۳۷۴	۱۰/۲۳±۰/۰۵۷
عدد t	۲/۵	۰/۳۸	۰/۷۶	۰/۵۸	۱/۲۳	۲/۹
سطح معنی‌داری	۰/۰۴۶۷	۰/۷۱۸۶	۰/۴۷۷۲	۰/۵۷۹۹	۰/۲۶۳۳	۰/۰۴۴۲

جدول ۷- مقایسه میانگین مصرف بهینه کود با عرف زارع در صفات مورد مطالعه با آزمون t در استان سیستان (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

صفات تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد زیستی (kg/ha)	طول خوشه (cm)
مصرف بهینه کود	۲۸۵۸±۶۰۶/۵	۹۳±۱۱/۷۵	۴۹/۴۰±۱۷/۶	۳۴/۹۰±۸/۸	۹۲۲۷±۲۹۶۶	۹/۵۸±۰/۵۸
عرف زارع	۲۳۵۲±۵۳۵	۸۸±۱۲/۸	۳۹/۰۰±۱۰/۹	۳۶/۲۳±۷/۱	۷۸۵۳±۲۱۰۰	۸/۳۲±۰/۰۴۵
عدد t	۲/۸۰	۰/۶۷	۱/۱۲	۰/۲۶	۰/۸۵	۳/۸۴
سطح معنی‌داری	۰/۰۰۸۰	۰/۵۲۲۴	۰/۲۹۴۰	۰/۷۹۷۸	۰/۴۲۲۵	۰/۰۰۵۰

جدول ۸- مقایسه میانگین مصرف بهینه کود با عرف زارع در صفات مورد مطالعه با آزمون t در استان گلستان (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

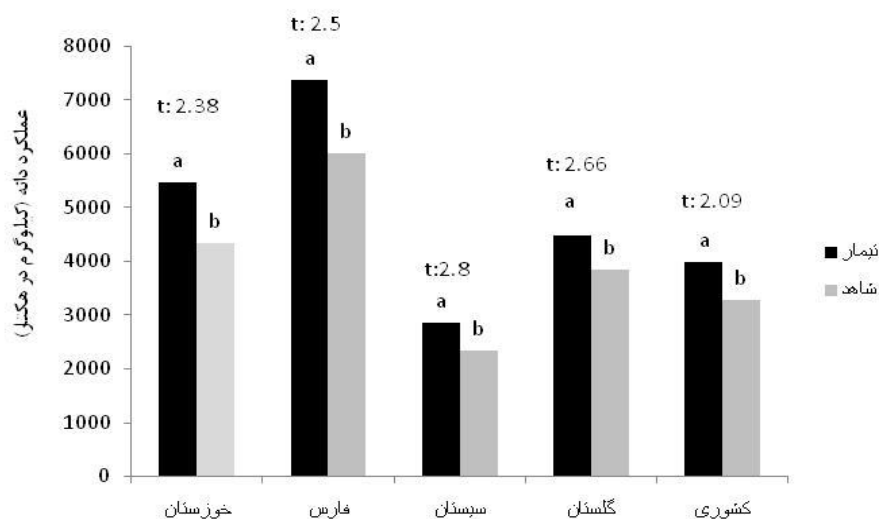
صفات تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد زیستی (kg/ha)	طول خوشه (cm)
مصرف بهینه کود	۴۴۸۳±۴۲۶	۹۷/۷±۲/۵	-	۴۳/۲۸±۶/۷۳	-	۱۵/۲۰±۰/۳۷
عرف زارع	۳۸۵۰±۳۹۹	۱۰۰±۲/۱	-	۳۹/۷۲±۶/۶۵	-	۱۲/۵۲±۰/۷۴
عدد t	۲/۶۶	۲/۰۱	-	۰/۹۲	-	۷/۹۶
سطح معنی‌داری	۰/۰۲۴۰	۰/۰۷۱۹	-	۰/۳۷۸۸	-	۰/۰۰۰۱

جدول ۹- مقایسه میانگین مصرف بهینه کود با عرف زارع در صفات مورد مطالعه با آزمون t در میانگین استان‌ها (انحراف معیار $\pm$ میانگین)

صفات تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد زیستی (kg/ha)	طول خوشه (cm)
مصرف بهینه کود	۳۹۸۳ $\pm$ ۱۶۸۴	۹۴/۸۷ $\pm$ ۱۰/۱	۴۶/۲۵ $\pm$ ۱۱/۷۸	۴۰/۱۷ $\pm$ ۷/۲۴	۱۳۲۵۳ $\pm$ ۴۱۱۲	۱۱/۱۵ $\pm$ ۳/۲۴
عرف زارع	۳۲۸۱ $\pm$ ۱۳۶۹	۹۳/۱۵ $\pm$ ۱۱/۵۳	۴۰/۱۳ $\pm$ ۸/۷۳	۳۸/۳۳ $\pm$ ۶/۲۴	۱۱۰۳۹ $\pm$ ۳۸۳۲	۹/۶۰ $\pm$ ۲/۶۴
عدد t	۲/۰۹	۰/۴۹	۱/۵۱	۰/۸۴	۲/۴۲	۲/۱۲
سطح معنی‌داری	۰/۰۴۸۶	۰/۶۲۶۴	۰/۱۴۵۴	۰/۴۰۸۵	۰/۰۴۱۴	۰/۰۴۵۵

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف بهینه کود به مقدار (۳۷۰/۳) کیلوگرم در هکتار) در استان فارس بدست آمد. مصرف بهینه کود در چهار استان، متوسط عملکرد دانه را (۷۰۲) کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار شاهد (عرف زارع)، افزایش داد (شکل ۱). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات گذشته مطابقت دارد به طوری نتایج اسحاقی و همکاران (۱۳۹۳) برای ارزیابی اثر ترکیبات هیومیکی و شیمیایی بر شاخصه‌های زراعی گندم رقم پیش‌تاز، نشان داد کود هیومیکی در تمامی اجزای عملکرد، برتری نشان داده و عملکرد گندم تحت تیمار کود مذکور برابر ۴۹۷۰ کیلوگرم در هکتار شد که افزایش ۴۶ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت. غفاری زاده و همکاران (۱۳۹۴) اثر مقادیر مختلف محلول‌پاشی عصاره جلبک قهوه‌ای و سطوح مختلف

نیترژن را بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد گندم رقم چمران مورد بررسی قرار دادند، بر اساس نتایج حاصله غلظت ۱۰ درصد از کود جلبکی به همراه ۳۴/۵ کیلوگرم در هکتار نیترژن موجب حداکثر کیفیت و عملکرد گندم شد. احمد و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند کاربرد کودهای زیستی همراه با کود شیمیایی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش حاصلخیزی خاک و افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی برای جذب توسط گیاه و تولید هورمون‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم را بهبود بخشید. همچنین کاربرد کودهای زیستی در تلفیق با سطوح بالاتر از ۵۰ درصد کود شیمیایی و کمتر از ۱۰۰ درصد کود شیمیایی می‌تواند در راستای کشاورزی پایدار و کاهش هزینه‌های تولید گندم مفید واقع شود (امیری فارسانی و همکاران، ۱۳۹۲).



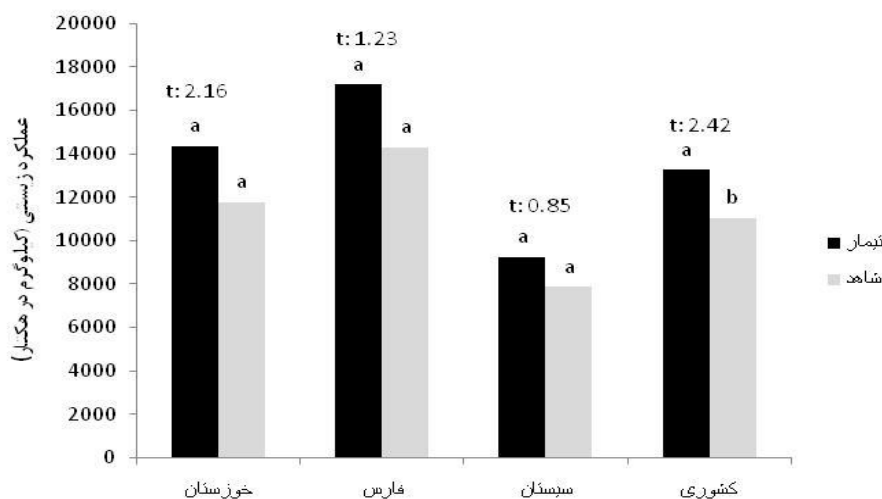
شکل ۱- اثر تیمار مصرف بهینه کود بر عملکرد دانه گندم در مقایسه با شاهد (عرف زارع)

عملکرد زیستی گندم به مقدار (۱۳۲۵۳) کیلوگرم در هکتار، در تیمار مصرف بهینه کود نسبت به تیمار شاهد در سطح چهار استان بدست آمد. متوسط عملکرد زیستی

گندم در سطح چهار استان ۲۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (شکل ۲). عملکرد زیستی گیاه، حاکی از رشد مناسب بوته‌ها و شرایط مطلوب تغذیه‌ای می‌باشد؛ اما باید

توجه نمود که رشد رویشی بیش از حد و تولید وزن خشک زیاد، بیانگر عملکرد زایشی بالا نخواهد بود. حتی در مواردی این رشد بیش از حد، مانع از تولید عملکرد دانه بالا خواهد شد (راهنما، ۱۳۸۷). نتایج تحقیق عباسی و حمزه‌ئی (۱۳۹۶) نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی گندم از کاربرد کود شیمیایی اوره بدست آمد. حسینی و مفتون (۱۳۸۴) در بررسی اثر منابع مختلف کود نیتروژنی بر رشد برنج اظهار داشتند که بیشترین عملکرد زیستی این گیاه از مصرف کود اوره با پوشش گوگردی به دست آمد و عملکرد تولید شده در تیمار سولفات آمونیوم در رتبه دوم و کلرید آمونیوم و اوره معمولی نیز به ترتیب در رتبه‌های

سوم و چهارم قرار داشتند. نتایج مقایسه میانگین‌های عملکرد زیستی تحت اثر اسیدهیومیک نیز حاکی از اثر مثبت آن بود. به‌طوریکه نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی گندم از مصرف اسیدهیومیک حاصل شد که نسبت به عدم مصرف آن ۱۳ درصد بیشتر بود. مصرف اسیدهیومیک، علاوه بر افزایش جذب عناصر غذایی و اثرات مستقیم بر رشد گیاه، با کاهش pH خاک در ریزوسفر، بهبود رشد ریشه، افزایش ماده آلی خاک و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک، به‌طور غیرمستقیم نیز رشد و عملکرد زیستی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (وانیتا و موهنداس، ۲۰۱۴).

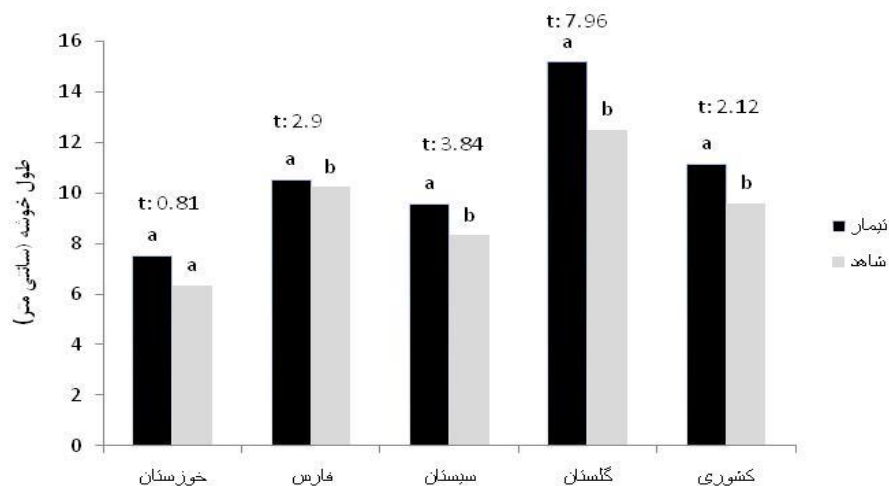


شکل ۲- اثر تیمار مصرف بهینه کود بر عملکرد زیستی گندم در مقایسه با شاهد

بیشترین مقدار طول خوشه گندم (۱۵/۲۰ سانتی-متر) از تیمار مصرف بهینه کود در استان گلستان بدست آمد. مصرف بهینه کود در سطح چهار استان، متوسط طول خوشه را به مقدار (۱۵/۶ درصد) نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۳).

طول خوشه در عملکرد گیاه نقش مهمی دارد به-طوری‌که هر چه طول خوشه بلندتر و تعداد دانه‌های پر شده در خوشه بیشتر باشد، عملکرد افزایش می‌یابد. این صفت

عمدتاً ژنتیکی می‌باشد، ولی تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی نظیر میزان تابش و عناصر غذایی قرار می‌گیرد (نصیری، ۱۳۷۹). نتایج تحقیق مصلحی و همکاران (۱۳۹۵) بر گیاه برنج نشان داد که بیشترین مقدار طول خوشه با میانگین ۲۷ سانتی‌متر از کاربرد تلفیقی کود دامی و باکتری آزوسپریلوم، کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود دامی و کاربرد باکتری آزوسپریلوم به تنهایی نسبت به تیمار شاهد یا عدم مصرف کود (۲۳ سانتی متر) بدست آمد.



شکل ۳- اثر تیمار مصرف بهینه کود بر طول خوشه گندم در مقایسه با شاهد

گندم به طور متوسط ۱۸۰۸۰۰۰۰ ریال برآورد گردید. همچنین با احتساب ۲/۲ میلیون هکتار گندم آبی در سطح کشور، ۳۹۷۷۶ میلیارد تومان ارزش افزوده برای گندمکاران کشور و ۱۵۴۴۴۰۰ تن افزایش تولید گندم با مدیریت تغذیه گیاهی در کشور قابل دستیابی است.

در بررسی اقتصادی مطابق با (جدول ۱۰) به طور متوسط مبلغ کودهایی که علاوه بر عرف زارعین در مزارع گندم مصرف گردید ۱۰ میلیون ریال برآورد گردید. با توجه به افزایش مکرر میانگین ۷۰۲ کیلوگرم گندم در مزارع و با احتساب مبلغ ۴۰۰۰۰ ریال خرید تضمینی گندم با احتساب اعداد سال جاری، خالص افزایش درآمد هکتاری در مزارع

جدول ۱۰- برآورد مقادیر هزینه- فایده

استان	افزایش عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	قیمت گندم (ریال)	افزایش قیمت هکتاری (ریال)	هزینه کود (ریال)	میزان سود (ریال)
خوزستان	۱۱۳۲/۵	۴۰۰۰	۴۵۳۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۳۵۳۰۰۰۰
فارس	۱۳۵۵/۸	۴۰۰۰	۵۴۳۳۲۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۴۴۳۳۲۰۰
سیستان	۵۰۵/۸	۴۰۰۰	۲۰۲۳۲۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۲۳۲۰۰
گلستان	۶۳۳/۳	۴۰۰۰	۲۵۳۳۲۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۵۳۳۲۰۰
میانگین	۷۰۲	۴۰۰۰	۲۸۰۸۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۸۰۰۰

نتیجه گیری

شیمیایی و هزینه‌های تولید، جایگزین بخشی از کود شیمیایی مورد نیاز گندم گردد. لذا کاربرد تلفیقی کودهای پایه با کودهای زیستی و محرک‌های رشد مطابق با برنامه غذایی ارائه شده بر اساس آزمون خاک، با هدف افزایش عملکرد دانه گندم کشت شده در مناطق مورد مطالعه، توصیه می‌گردد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کاربرد محرک‌های رشد نظیر اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی با کودهای شیمیایی NPK و مخلوط عناصر کم مصرف، ضمن افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیستی و طول خوشه گندم، می‌تواند در راستای کاهش مصرف کودهای

فهرست منابع

۱. اسحاقی، ر.، ع. اولیائی، ب. ز.، صحاف و ص.، باغبان خلیل آباد. ۱۳۹۳. بررسی اثر ترکیبات هیومیکی و شیمیائی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم رقم پیشتاز در منطقه تربت حیدریه. دومین همایش ملی پژوهش های کاربردی در علوم کشاورزی. تهران. دانشگاه جامع علمی کاربردی.
۲. امیری فارسانی، ف.، م.، چرم و ن.، عنایتی ضمیر. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیائی بر عملکرد گندم در دو نوع خاک در آزمایش گلخانه ای. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۷ (۲): ۴۴۱-۴۵۱.
۳. پرتانی، ت. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن، اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی بر روی رشد و عملکرد ذرت در منطقه گرگان. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست. ص ۶-۱.
۴. توحیدی مقدم، ح. ر.، م.، نصری، ح.، زاهدی و ف.، قوشچی. ۱۳۸۶. بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی فسفاتی به منظور نیل به اهداف کشاورزی پایدار با نهاده کافی در زراعت ذرت. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
۵. جعفرزاده، ر.، م.، جامی معینی و م. ال.، حکم آبادی. ۱۳۹۲. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گندم به مصرف خاکی و محلول پاشی نانو کود پتاسیم. مجله پژوهش های به زراعی. ۵ (۲): ۱۹۷-۱۸۹.
۶. حسینی، ع. ۱۳۹۷. ارزیابی نقش مدیریت تلفیقی کودهای شیمیایی و تغذیه گیاهی با کودهای بیولوژیک و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. چهارمین کنفرانس بین المللی یافته های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست. تهران. ایران.
۷. حسینی، ی. و م.، مفتون. ۱۳۸۴. تأثیر منبع نیتروژن و میزان روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج. مجله علوم خاک و آب. ۱۹ (۱): ۱۶۶-۱۷۳.
۸. خاصه سیرجانی، ع.، ح.، فرح بخش، س. ذ.، راوری، ن.، پسندی پور و ع.، کرمی. ۱۳۹۰. بررسی اثر مصرف کود بیولوژیک، سولفات روی و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گندم. مجله پژوهش های خاک. ۵ (۲): ۱۳۵-۱۲۵.
۹. راهنما، ا. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهی. چاپ دوم، انتشارات پوران پژوهش. ص ۳۶۴.
۱۰. رشیدی، ز.، م.، ج.، زارع، ف.، رجالی و ع.، اشرف مهرابی. ۱۳۹۰. تأثیر خاک ورزی و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان و فعالیت زیستی خاک تحت شرایط دیم، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱۴: ۲۰۲-۱۸۹.
۱۱. سیدی، م.، م.، مجدم، ت.، بابائی نژاد و ن.، دروگر. ۱۳۹۷. بررسی اثر توأم کودهای شیمیایی و زیستی بر ویژگی های کمی و کیفی برخی از ارقام گندم نان در شرایط آب و هوایی شوشتر. مجله علوم به زراعی گیاهی. ۸ (۱): ۱-۱۲.
۱۲. طهرانی، م.، م.، ف.، مشیری، م. ن.، غیبی، ح. رضایی، پ. کشاورز، م. ح. داوودی، ع. ح. ضیائی، ف. نورقلی پور، ع. مجیدی، س. م. حسینی، س. سعادت، ه. اسدی رحمانی، ز. خادمی، م. ر. بلالی و م. مستشاری. ۱۳۹۳. برنامه جامع حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه. دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه برای محصولات زراعی راهبردی. جلد دوم.

۱۳. عباسی، ه و ج، حمزه‌ئی. ۱۳۹۶. اثر منابع مختلف کودهای محتوی نیتروژن پایه و اسید هیومیک بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گندم رقم پیشتاز. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳۵): ۷۳-۸۸.
۱۴. غفاری زاده، ا، م، سیدنژاد و ع، گیلانی. ۱۳۹۴. بررسی اثر سطوح مختلف کود اوره و عصاره جلبک دریایی قهوه‌ای بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد گندم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷ (۲۷): ۸۳-۶۹.
۱۵. مصلحی، ن، ی، نیک نژاد، ه، فلاح آملی و ن، خیری. ۱۳۹۵. اثر کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی برنج رقم طارم هاشمی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸ (۳۰): ۸۷-۱۰۳.
۱۶. نصیری، م. ۱۳۷۹. بررسی مناسب‌ترین تراکم بذر در جعبه‌های نشاء جهت نشاکاری با ماشین‌های نشاکار برنج. گزارش نهایی طرح. انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور، معاونت مازندران (آمل).
17. Ahmed, M. A., Amal G. A., Magda H. M., and Tawfik M. M. 2011. Integrated effect of organic and biofertilizer on wheat productivity in new reclaimed sandy soil. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 7:105-114.
18. Amanullah, A., Saifullah Khan, M. A., and Jahangir Khan, A. 2012. Biofertilizer a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochiistan. Pakistan Journal of Agriculture Research. 25(1):25-39.
19. Doroodian, M., Sharghi, Y., Alipour, A., and Zahedi, H. 2016. Yield and yield components of wheat as influenced by sowing date and humic acid. International Journal of Natural Sciences. 5(1):8-14.
20. Ghafari Front, Z and Mirshekari, S. 2013. Economic evaluation of the comparative advantage the cultivation of medicinal plants in the region of Sistan case cumin. National Conference on the use of Medicinal Plant and Traditional Medicine in Lifestyle. University of Torbat.
21. Karbasi, A and Rastegaripour, F. 2014. Evaluation of comparative advantage on production and export of saffron. Saffron Agronomy & Technology. 2(1):59-74.
22. Roesty, D., Gaur, R., and Johri, B. N. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Journal of Soil Biology. 38:1111-1120.
23. Saeidifar, A and khani, Z. 2013. Determining comparative advantages of field crops and garden products of provinces of the country. Economic Journal. 11: 47-64.
24. Vanitha, K and Mohandass, S. 2014. Effect of humic acid on plant growth characters and grain yield of drip fertigated aerobic rice (*Oryza sativa* L.). The Bioscan. 9(1): 45-50.

بررسی کارایی استفاده از منابع آب و خاک در تناوب‌های زراعی رایج در مناطق مختلف استان اصفهان

امیرھوشنگ جلالی^۱ و علیرضا نیکوئی

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. jalali51@yahoo.com

استادیار پژوهش، بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و توسعه روستایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. anikooie@yahoo.com

دریافت: مرداد ۱۳۹۹ و پذیرش: آبان ۱۳۹۹

چکیده

پژوهش حاضر با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از تناوب‌های زراعی استان اصفهان از طریق پرسشنامه و تلفیق آن با مشاهدات تجربی و شاخص‌های رایج انجام شد. سه ناحیه اقلیمی اصلی شامل سرد، معتدل و گرم در استان اصفهان حاکم هستند. در هر سه منطقه اقلیمی استان تناوب‌ها غالباً کوتاه و دربرگیرنده دو یا سه محصول زراعی می‌باشند. کارایی استفاده از زمین در منطقه معتدل، منطقه گرم و منطقه سرد استان اصفهان به ترتیب دامنه‌ای معادل ۴۳-۹۸، ۶۰-۹۵ و ۵۰-۸۱ درصد داشتند. کارایی تولید در تناوب‌ها تابع نوع محصول بوده و غلات دانه‌ریز مثل گندم و جو، برخی دانه‌های روغنی مثل کلزا و گلرنگ و وجود آیش در تناوب‌ها، کارایی تولید تناوب‌ها را به کمتر از ۴۰ کیلوگرم در هرروز از تناوب کاهش داده‌اند. حضور گیاهان علوفه‌ای با عملکرد بالا (مثل ذرت علوفه‌ای) به‌ویژه وقتی در ترکیب با گیاهان غده‌ای (مثل چغندرقد) و صیفی‌جات (مثل هندوانه و طالبی) در تناوب قرار می‌گیرند، موجب افزایش کارایی تولید تناوب‌ها (گاهی به بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هرروز تناوب در منطقه معتدل) می‌شوند. بهره‌وری آب در تناوب‌های زراعی هر سه منطقه استان اصفهان به‌ندرت به بیش از شش کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب می‌رسد. افزایش تنوع محصولات زراعی در تناوب‌ها ضروری‌ترین اقدام در تمام مناطق اقلیمی استان محسوب می‌شود. تقویت جایگاه گیاهان غده‌ای در مناطق معتدل و گرم استان و ارتقاء جایگاه حبوبات در منطقه سرد استان نیز هم توجیه اقتصادی و هم قابلیت اجرایی دارد.

واژه‌های کلیدی: آیش، کارایی استفاده از زمین، کارایی تولید، بهره‌وری آب

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

مقدمه

تناوب‌های زراعی از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده الگوی کشت محسوب شده و از طریق تداوم پوشش گیاهی، افزایش کارایی مصرف آب، حفظ عناصر غذایی خاک، افزایش مواد آلی خاک و پایداری خاکدانه‌ها، کاهش آفات و بیماری‌ها و کنترل علف‌های هرز باعث ارتقاء راندمان تولید و عملکرد می‌شوند (آئینه بند، ۱۳۸۴). بهره‌وری بالا از زمین، ثبات عملکرد، توزیع مناسب نیروی کار در فصل رشد، تنوع محصولات و ایجاد تعادل بین منابع آب و خاک موجود با تولید محصولات هر منطقه از مزایای دیگر تناوب‌های زراعی محسوب می‌شوند (سلیم، ۲۰۱۹).

در مقیاس طول عمر انسان، خاک به دلیل روند تولید بسیار آهسته به‌عنوان یک منبع غیر تجدیدپذیر شناخته می‌شود. در پژوهشی توالی‌های مختلف چرخش چهارساله محصولات زراعی شامل غلات دانه‌ریز، حبوبات و دانه‌های روغنی بررسی و مشاهده شد که در نظر گرفتن تناوب صحیح باعث تجمع بیشتر کربن خاک، بهبود نسبت کربن به نیتروژن و ثبات خاکدانه‌ها می‌شود (بوين کين و دنت، ۲۰۱۹). کاسپاری و همکاران (۲۰۱۸) اطلاعات آزمایش‌های بلندمدت در اروپا و چین در مورد تناوب‌های زراعی را گردآوری کرده و نشان دادند که اجرای تناوب‌ها در مقایسه باحالت تک‌کشتی باعث تأثیرات مثبت بر مقدار ماده آلی خاک و فعالیت کرم‌های خاکی شده ولی بر اسیدیته خاک تأثیر چندانی ندارد. در مطالعه‌ای در چین تأثیر ۲۱۴ مقایسه تناوب‌های زراعی و تأثیر آن‌ها بر عملکرد ارزیابی شد و نتایج بیانگر آن بود که اجرای تناوب‌ها علاوه بر وابستگی تام به شرایط اقلیمی به‌طور متوسط باعث افزایش ۲۰ درصدی عملکرد محصولات زراعی شده و این اثرات مثبت در خاک‌های با بافت متوسط و سبک و دارای مقدار متوسطی از ماده آلی (۷-۱۰ گرم در کیلوگرم) بیشتر بود (ژائو و همکاران، ۲۰۲۰).

تنوع ایجاد شده به‌واسطه تناوب‌های زراعی و افزایش ماده آلی خاک با تأثیر بر ساختار، جرم مخصوص ظاهری و تهویه خاک باعث افزایش مقدار ظرفیت زراعی می‌شود (رنویک و همکاران، ۲۰۱۹). به عبارت بهتر در شرایط تناوب در مقایسه باحالت تک‌کشتی توزیع مکانی و زمانی رطوبت در محیط ریشه گیاه به شکل مناسب‌تری انجام می‌شود (هان و همکاران، ۲۰۱۵). کارایی مصرف آب در الگوهای کشت دارای تناوب‌های زراعی نسبت به حالت تک‌کشتی بیشتر بوده و این حالت به‌ویژه با حضور غلات و بقولات در تناوب و حضور گیاهانی با عمق ریشه متفاوت بارزتر است (بوين کين و دنت، ۲۰۱۹). در مطالعه‌ای انجام‌شده در شهرضا بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب مشاهده‌شده معادل ۱/۵۴ و ۱ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب به ترتیب مربوط به دو تناوب (گندم-سورگوم دانه‌ای کشت دوم - جو) و (گندم-آفتابگردان کشت دوم- جو) بود (جلالی و نیکویی، ۱۳۹۷).

در کشور ما جایگاه تناوب‌های زراعی و نقش آن‌ها در حفاظت از آب و خاک به‌خوبی تبیین نشده است. در پژوهش حاضر سعی شده با استفاده از شاخص‌های ارزیابی تناوب، کارایی استفاده از آب و زمین در تناوب‌های زراعی استان اصفهان مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی تناوب‌های زراعی رایج در شهرستان‌های استان اصفهان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. این استان مساحتی حدود ۱۰۶۹۱۲ کیلومترمربع داشته و دارای اقلیم معتدل خشک است، حداکثر دمای آن در گرم‌ترین روز تابستان ۴۰/۶ درجه و حداقل دمای آن در سردترین روز زمستان ۱۰/۶- درجه و متوسط دمای سالانه آن ۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. تعداد روزهای یخبندان استان ۷۶ روز و متوسط میزان بارندگی سالانه آن نیز ۱۱۶/۹ میلی‌متر گزارش شده است (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۹). اقلیم غالب شهرستان‌های استان اصفهان بر اساس روش دومارتن به

خشک، نیمه خشک، مدیترانه‌ای، نیمه مرطوب و مرطوب تقسیم‌بندی می‌شود (دو مارتن، ۱۹۲۵) (جدول ۱).

برای انجام این پژوهش ویژگی‌های زراعی و باغی (مانند عملکرد، تاریخ کاشت، مقدار آب مصرفی و طول دوره رشد) و همچنین تناوب‌های رایج موجود در هر یک از ۲۴ شهرستان استان از طریق تهیه پرسشنامه و با مشورت و همکاری کارشناسان مسئول تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی مستقر در شهرستان‌های مختلف استان اصفهان تهیه شد. اطلاعات پرسشنامه‌ها شامل سطح کشت محصولات (کشاورز باید حداقل سه هزار مترمربع از هر محصول داشته باشد)، تناوب آبیاری، نوع سامانه آبیاری، مقدار عملکرد پنج سال گذشته کشاورز، تاریخ کشت و نوع گیاهان کشت شده در تناوب بوده و تعداد پرسشنامه‌ها بر اساس سطح کشت هر محصول در هر شهرستان تعیین شد به این صورت که برای هر ۱۰۰ هکتار کشت حداقل ۱۰ پرسشنامه برای اراضی یکپارچه و بزرگ و ۲۵ پرسشنامه برای اراضی خرده مالکی در نظر گرفته شد. پس از تهیه پرسشنامه‌ها مسئولین تولیدات گیاهی هر شهرستان پرسشنامه‌ها را بررسی و مواردی که دارای خطا بود را اصلاح نمودند. برای تخمین مقدار آب مصرفی برای هر شهرستان از نتایج سالمی و همکاران (۱۳۹۸) استفاده شد. میانگین عملکرد پرسشنامه‌ها برای عملکرد محصول لحاظ شد. محدوده تاریخ کاشت‌هایی که در اغلب پرسشنامه‌ها ذکر شده بود با نظر مسئول تولیدات گیاهی شهرستان به عنوان تاریخ کاشت در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه برخی ارقام دارای گروه‌های

رسیدگی مختلف (زودرس، متوسط رس و یا دیررس) بودند، بر اساس اطلاعات موجود هر منطقه و اطلاعات پرسشنامه‌ها گروه رسیدگی غالب هر منطقه تشخیص داده شد. به عنوان مثال در مناطق معتدله ارقام زودرس سیب‌زمینی (مثل مارفونا) و برای مناطق سردسیر، ارقام متوسط رس سیب‌زمینی (مثل جیلی) منظور گردید.

برای محاسبه کارایی استفاده از زمین، مجموع تعداد روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب بر کل روزهای دوره تناوب تقسیم شد (تومار و تایوار، ۱۹۹۰). بهره‌وری آب از تقسیم مجموع تولید اقتصادی گیاهان در تناوب تقسیم بر حجم آب مصرفی در هر تناوب زراعی به دست آمد (جونز و پوپ هام، ۱۹۹۷). مقدار آب مصرفی هر محصول از طرح برآورد نیاز آبی محصولات زراعی و باغی استان اصفهان محاسبه شد (سالمی و همکاران، ۱۳۹۸). کارایی تولید از مجموع تولید گیاهان در تناوب تقسیم بر مجموع تعداد روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب محاسبه و طول دوره تناوب از مجموع تعداد روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب برآورد شد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۳).

در همه تناوب‌ها عملکرد قابل فروش ملاک قرار گرفت. به عنوان مثال برای برخی از محصولات مثل سیب‌زمینی عملکرد قابل فروش شامل غده‌های با قطر بیش از ۳۵ میلی‌متر می‌شد. دامنه اعداد بر اساس کمترین و بیشترین تولید در تناوب در نظر گرفته شد. عمر مفید یونجه پنج سال و عملکرد علوفه خشک ملاک محاسبات انجام شده بود.

جدول ۱- وسعت و پراکنش اقلیم‌های مختلف در شهرستان‌های استان اصفهان بر اساس روش دو مارتن (۱۹۲۵)

شهرستان	وسعت (کیلومتر مربع)	پوشش اقلیم (درصد)			
		خشک	نیمه خشک	مدیترانه‌ای	نیمه مرطوب
منطقه معتدل					
مبارکه	۱۰۹۴	۷۴/۳	۲۵/۶	۰/۱	۰
نجف‌آباد	۲۳۸۸	۲۴/۷	۷۴	۱/۲	۰/۱
اصفهان	۱۵۷۰۴	۸۸/۵	۱۱/۵	۰	۰
برخور	۱۹۵۳	۹۰/۸	۹/۲	۰	۰
شهرضا	۲۷۹۴	۲۶/۲	۶۸/۳	۵	۰/۲
تبران و کرون	۱۶۹۰	۹	۸۳/۶	۶/۳	۱/۱
فلاورجان	۳۲۴	۹۷	۳	۰	۰
خمینی‌شهر	۱۷۶	۸۸/۴	۱۱/۶	۰	۰
شاهین‌شهر و میمه	۵۰۱۶	۲۸	۷۰/۸	۱/۱	۰/۱
دهاقان	۱۴۲۶	۱۳/۴	۸۴/۵	۲/۱	۰
لنجان	۱۱۶۷	۵۱/۴	۴۸/۴	۰/۲	۰
منطقه سرد					
خوانسار	۹۵۸	۰	۸۷/۸	۱۰/۵	۲
گلپایگان	۱۶۳۱	۲۵/۲	۷۴	۰/۸	۰
فریدن	۲۰۰۳	۰	۸۴/۵	۱۱/۶	۳/۸
فریدونشهر	۲۱۵۳	۲/۷	۶۱	۲۶/۶	۹/۳
چادگان	۱۱۹۲	۰	۸۷/۷	۸/۱	۳/۸
سمیرم	۵۲۵۴	۰/۷	۸۸	۸/۸	۲/۳
منطقه گرم					
خور و بیابانک	۱۰۹۵۱	۱۰۰	۰	۰	۰
کاشان	۴۳۸۸	۶۱/۴	۳۷/۸	۰/۷	۰/۱
آران و بیدگل	۶۰۹۷	۹۹/۷	۰/۳	۰	۰
نائین	۲۲۵۵۰	۹۷/۷	۲/۳	۰	۰
اردستان	۱۲۵۸۶	۸۳/۴	۱۶/۶	۰	۰
نطنز	۳۴۱۸	۶۹/۵	۲۹/۳	۱/۱	۰/۱
استان	وسعت (کیلومتر مربع)	۷۵۶۹۴	۲۸۶۵۲	۱۹۲۴	۵۳۵
	درصد	۱۰۰	۷۰/۸	۲۶/۸	۱/۸

نتایج و بحث

تنوع محصولات و طول دوره تناوب

برخی ویژگی‌های تناوب‌های زراعی استان اصفهان در جدول‌های ۲ تا ۴ بیان شده است. ۳۰ نوع تناوب غالب در منطقه معتدله استان اصفهان وجود دارد (جدول ۲). تنوع محصولات زراعی در دو منطقه گرم و سرد استان اصفهان نسبت به منطقه معتدله کمتر است

(جدول‌های ۳ و ۴). عوامل محدودکننده مثل شوری آب و خاک و گرمای شدید در برخی مناطق گرم استان اصفهان و کوتاهی دوره رشد محصولات در منطقه سرد (عدم امکان استفاده از ارقام متوسط رس و دیررس با عملکرد بالا) ازجمله دلایل کاهش تنوع محصولات در این دو ناحیه گرم و سرد است. در هر سه منطقه اقلیمی استان تناوب‌ها غالباً کوتاه و دربرگیرنده دو یا سه محصول

زراعی هستند. کمترین طول دوره تناوب مربوط به تناوب‌هایی است که دو نوع غله پاییزه و بهاره در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال تناوب (جو - ذرت علوفه‌ای - آیش) در منطقه معتدله معادل ۳۴۵ روز و بیشترین طول دوره تناوب‌ها با حضور گیاهان علوفه‌ای چندساله محقق می‌شود. تناوب (گندم - یونجه - جو) در منطقه معتدله با طول دوره رشد ۱۴۰۰ روز مثالی در این مورد محسوب می‌شود (جدول ۲). عملکرد گیاهان موجود در تناوب تا حد زیادی وابسته به طول دوره تناوب است (ژائو و همکاران، ۲۰۲۰). تناوب‌هایی که از تعداد بیشتری محصول تشکیل شده و طول دوره زیادتری دارند علاوه بر این که باعث شکسته شدن چرخه بیماری‌ها و علف‌های هرز می‌شود (بنت و همکاران، ۲۰۱۲) بلکه موجب افزایش معدنی شدن نیتروژن و افزایش مواد آلی موجود در خاک می‌شود (ماهال و همکاران، ۲۰۱۸).

جدول‌های ۲-۴ نشان می‌دهند که غلاتی مانند گندم، جو و ذرت از گیاهان غالب در تناوب‌های هر سه منطقه بوده و گیاهان خانواده بقولات در تناوب‌های اندکی حضور دارند. شوری آب و خاک و گرمای محدودکننده گلدهی از دلایل عمده برای نقش کمتر بقولات در تناوب‌های ناحیه معتدله و گرم محسوب می‌شود (جداول ۲ و ۳). حضور گیاهان خانواده بقولات در مناطق سرد

استان اصفهان به دلیل کیفیت مطلوب منابع آب و خاک بیشتر از دو ناحیه دیگر است. به علت بارش‌های مناسب در این ناحیه کشت دیم نیز در این منطقه رایج است (جدول ۴). صیفی‌جاتی مثل طالبی، خربزه و هندوانه به‌عنوان محصولات درآمدزا برای کشاورزان معمولاً در ابتدای تناوب‌ها قرار می‌گیرند. محصولات غده‌ای مثل سیب‌زمینی در برخی نقاط ناحیه معتدله به‌عنوان محصول بهاره در اسفند و فروردین کشت می‌شوند درحالی‌که در مناطق سرد استان کشت این محصول در خردادماه انجام می‌گردد. قرار گرفتن پیایی محصولات هم‌خانواده (غالباً خانواده غلات)، آیش اجباری ناشی از قطع آب زاینده‌رود در برخی از مناطق و محدود بودن تنوع محصولاتی که در تناوب قرار می‌گیرند از جمله مشکلات تناوب‌های زراعی این منطقه است. بسیاری از اثرات مثبت تناوب‌های زراعی مثل افزایش مواد آلی خاک، کنترل علف‌های هرز، کنترل آفات و بیماری‌ها و ... به وجود تنوع بیشتر محصولات در تناوب‌ها نسبت داده می‌شود (آئینه بند، ۱۳۸۴). در برخی از پژوهش‌ها به این نکته اشاره شده است که تأمین و مدیریت آب و نیتروژن از اساسی‌ترین مسائل درکشت محصولات زراعی محسوب می‌شود و وجود تنوع گیاهان زراعی در تناوب‌ها، کارایی استفاده از این دو عامل را به‌طور مؤثر افزایش می‌دهد (رنویک و همکاران، ۲۰۱۹).

جدول ۲ - کارایی تولید، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و طول دوره تناوب در تناوب‌های رایج منطقه معتدله استان اصفهان

منطقه معتدله					
ردیف	تناوب زراعی غالب	طول دوره تناوب (روز)	کارایی استفاده از زمین (درصد)	کارایی تولید* (کیلوگرم محصول اقتصادی در هرروز تناوب با حضور گیاه)	بهره‌وری آب** (کیلوگرم محصول اقتصادی بر مترمکعب آب مصرفی)
۱	گندم - ذرت علوفه ای - گندم	۵۷۵	۹۵	۱۱۶-۱۱۹**	۴/۰۲-۴/۱۲
۲	تنباکو - کاهو-آیش	۳۹۰	۴۶	۱۷۴-۲۳۳	۳/۱۲-۴/۱۸
۳	تنباکو- هویج-آیش	۳۹۰	۴۶	۲۳۰-۲۸۰	۴/۵۸-۵/۵۸
۴	گندم- برنج- سیب‌زمینی	۵۰۵	۶۵	۸۸-۱۴۱	۱/۹۹-۳/۱۹
۵	گندم- سیب‌زمینی- شلغم	۴۴۵	۷۵	۱۶۲-۲۷۱	۳/۶۵-۶/۱۱
۶	گندم - شلغم - چغندر	۴۷۵	۶۹	۱۷۷-۲۷۹	۳/۴۷-۵/۴۷
۷	گندم- ذرت علوفه‌ای - جو	۵۷۰	۹۸	۹۵-۱۲۵	۳/۶۵-۴/۸۰
۸	طالبی (لوبیا)- گندم- ذرت علوفه‌ای	۴۷۰	۸۸	۲۰۳-۲۵۷	۴/۵۳-۵/۷۴
۹	طالبی (لوبیا)- جو- ذرت علوفه‌ای	۴۶۰	۹۵	۱۹۲-۲۴۱	۴/۷۱-۵/۹۱
۱۰	گندم -یونجه*** - جو	۱۴۰۰	۹۳	۶۱-۸۵	۱/۳۰-۱/۸۰
۱۱	جو- چغندرقد- طالبی	۵۵۰	۷۲	۱۴۹-۲۰۳	۳/۱۰-۴/۲۳
۱۲	گندم- ذرت علوفه‌ای - چغندرقد	۵۶۵	۷۸	۱۷۰-۲۳۰	۴/۲۷-۵/۷۸
۱۳	گندم- چغندرقد- یونجه	۱۳۹۰	۸۷	۱۹۴-۲۷۹	۳/۶۶-۵/۲۷
۱۴	جو - ذرت علوفه‌ای - جو	۵۶۵	۹۶	۹۷-۱۲۷	۳/۶۲-۴/۷۴
۱۵	طالبی-جو-ذرت	۴۶۵	۹۴	۱۹۱-۲۴۱	۴/۶۸-۵/۹۱
۱۶	هندوانه-جو-ذرت	۴۶۵	۹۴	۱۹۱-۲۵۰	۴/۷۱-۶/۱۷
۱۷	خریزه-جو-ذرت	۴۶۵	۹۴	۱۸۰-۲۴۳	۴/۹۶-۶/۷۰
۱۸	گندم ، جو، کلزا	۶۸۰	۷۹	۱۸-۲۳	۰/۷۱-۰/۹۱
۱۹	ذرت علوفه‌ای ، طالبی ، چغندرقد	۴۳۵	۵۹	۴۱۰-۶۳۲	۵/۰۵-۷/۷۹
۲۰	گندم- آیش -گندم-طالبی	۵۸۰	۴۳	۱۲۱-۲۰۴	۱/۸۴-۳/۱۰
۲۱	جو - ذرت علوفه‌ای -آیش	۳۴۵	۴۸	۲۶۷-۳۹۱	۴/۵۰-۶/۵۹
۲۲	سیب‌زمینی -گندم -آیش	۳۵۵	۵۴	۱۳۰-۲۱۱	۲/۵۴-۴/۱۳
۲۳	برنج-گندم-برنج	۵۳۰	۷۵	۳۳-۴۰	۰/۴۴-۰/۵۴
۲۴	برنج-جو-برنج	۵۲۰	۶۱	۳۸-۴۷	۰/۴۲-۰/۵۲
۲۵	سیب‌زمینی - جو- آیش	۳۴۵	۴۵	۱۵۵-۲۵۵	۲/۶۴-۴/۳۵
۲۶	جو-آیش-گندم	۷۰۰	۷۹	۱۶-۱۸	۱/۰۲-۱/۴۴
۲۷	گندم- ذرت علوفه‌ای -آیش	۴۵۰	۷۸	۱۲۸-۱۸۶	۴/۳-۶/۲
۲۸	جو-گلرنگ تابستانه-گندم	۵۹۵	۹۵	۱۸-۲۱	۰/۷۶-۰/۸۹
۲۹	برنج-منداب****-برنج	۵۴۰	۹۵	۱۶-۲۱	۰/۲۸-۰/۳۶
۳۰	پنبه-آیش-پنبه	۵۴۰	۶۷	۱۴-۱۷	۰/۲۹-۰/۳۵

* عملکرد قابل فروش ملاک قرار گرفته است، ** دامنه اعداد بر اساس کمترین و بیشترین تولید در تناوب است. ملاک محاسبات عملکرد قابل فروش بوده است، *** عمر مفید یونجه ۵

سال در نظر گرفته شد و عملکرد علوفه خشک لحاظ شد. **** به صورت کود سبز

جدول ۳ - کارایی تولید، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و طول دوره تناوب در تناوب‌های رایج منطقه گرم استان اصفهان

منطقه گرم					
ردیف	تناوب زراعی غالب	طول دوره تناوب (روز)	کارایی استفاده از زمین (درصد)	کارایی تولید (کیلوگرم محصول اقتصادی در هرروز تناوب)	بهره‌وری آب (کیلوگرم محصول اقتصادی بر مترمکعب آب مصرفی)
۱	گندم-طالبی-گندم	۹۱۰	۶۰	۴۴-۹۳	۱/۲۷-۲/۶۸
۲	پنبه-آیش-پنبه	۵۳۵	۷۱	۱۰-۱۴	۰/۱۸-۰/۲۵
۳	گندم-ذرت دانه ای-گندم	۵۹۰	۹۵	۲۷-۳۶	۰/۸۷-۱/۱۶
۴	گندم-ذرت علوفه ای-گندم	۵۹۰	۹۵	۱۰۹-۱۵۴	۳/۶۲-۵/۱۲
۵	گندم-ذرت علوفه ای-جو	۵۸۰	۹۵	۱۱۲-۱۵۴	۳/۹۲-۵/۳۹
۶	گندم-ذرت دانه ای-جو	۵۸۰	۹۵	۲۸-۳۴	۰/۹۵-۱/۱۵
۷	گندم-ذرت علوفه ای-پیاز	۶۲۵	۸۱	۹۳-۱۶۷	۲/۱۷-۳/۸۹
۸	خیار-ذرت علوفه ای-جو	۴۹۵	۹۱	۲۲۰-۲۳۷	۶/۲۸-۶/۷۷
۹	طالبی-ذرت دانه ای-گندم	۴۹۵	۹۴	۶۹-۱۱۸	۱/۵۵-۲/۶۵
۱۰	گندم-ارزن-گندم	۵۸۵	۹۱	۹-۲۳	۰/۳۴-۰/۸۶
۱۱	جو-ارزن-گندم	۶۰۰	۹۱	۱۶-۲۲	۰/۶۷-۰/۹۲
۱۲	گندم-کنجد-گندم	۵۷۰	۹۳	۱۳-۲۳	۰/۴۴-۰/۷۸
۱۳	گندم-کنجد-جو	۵۸۰	۹۵	۱۴-۲۰	۰/۵۳-۰/۷۶
۱۴	جو-سورگوم دانه ای-جو	۵۶۰	۹۴	۲۳	۰/۹۰-۰/۹۰
۱۵	سورگوم علوفه ای-گندم-ذرت دانه‌ای	۵۹۰	۹۱	۱۴۳-۱۶۹	۴/۳۳-۵/۱۲
۱۶	سورگوم علوفه ای-جو-کنجد	۵۳۰	۹۵	۱۳۳-۱۵۰	۴/۵۳-۵/۱۰
۱۷	ذرت علوفه ای-یونجه-ذرت دانه‌ای	۱۴۲۰	۹۳	۸۲-۱۱۳	۱/۶۳-۲/۲۴

جدول ۴ - کارایی تولید، بهره‌وری آب، کارایی استفاده از زمین و طول دوره تناوب در تناوب‌های رایج منطقه سرد استان اصفهان

منطقه سرد					
ردیف	تناوب زراعی غالب	طول دوره تناوب (روز)	کارایی استفاده از زمین (درصد)	کارایی تولید (کیلوگرم محصول اقتصادی در هرروز تناوب)	بهره‌وری آب (کیلوگرم محصول اقتصادی بر مترمکعب آب مصرفی)
۱	گندم دیم - آیش	۳۶۰	۷۵	۲-۵	وابسته به بارش
۲	جو دیم - آیش	۳۶۰	۷۲	۲-۵	وابسته به بارش
۳	گندم دیم-آیش-نخود دیم	۶۶۰	۸۱	۲-۴	وابسته به بارش
۴	گندم دیم - آیش - عدس دیم	۶۶۰	۸۱	۱/۸-۴	وابسته به بارش
۵	گندم-آیش-سیب زمینی-جو	۹۴۰	۶۴	۴۶-۶۰	۲/۲۹-۲/۹۹
۶	ذرت علوفه ای-گندم-آیش-سیب زمینی	۷۹۰	۶۲	۱۶۹-۲۰۲	۵/۳۷-۶/۴۲
۷	گندم-آیش-خیار-جو	۸۵۰	۷۲	۴۲-۵۷	۲/۲۸-۳/۰۹
۸	یونجه-سیب زمینی-گندم	۱۴۴۰	۷۹	۲۸-۴۴	۱/۱۴-۱/۷۹
۹	اسپرس-سیب زمینی-گندم	۱۴۴۰	۷۹	۲۸-۴۴	۱/۱۴-۱/۷۹
۱۰	ماشک (کود سبز)-سیب زمینی-گندم-آیش	۶۹۵	۸۳	۳۸-۶۴	۱/۷۰-۲/۸۶
۱۱	ماشک (کود سبز)-پیاز-گندم-آیش	۹۱۰	۶۷	۱۰۳-۱۷۰	۴/۱۵-۶/۸۵
۱۲	یونجه-چغندر قند-لوبیا-گندم	۱۷۶۰	۷۴	۶۴-۷۸	۱/۴۰-۱/۷۱
۱۳	یونجه-چغندر قند-لوبیا-جو	۱۷۵۰	۷۴	۶۵-۷۸	۱/۴۱-۱/۷۰
۱۴	برنج-آیش (منطقه پادنا)	۳۶۰	۵۰	۱۱	۰/۱۷

کارایی استفاده از زمین

دوره تناوب) در تمام مناطق دامنه‌ای از ۴۵ تا ۹۸ داشت.

دلیل بالا بودن کارایی استفاده از زمین در اکثر تناوب‌ها در

هر منطقه متفاوت است. در منطقه معتدله مانند اصفهان به

کارایی استفاده از زمین (نسبت مجموع تعداد

روزهای حضور گیاهان زراعی در تناوب به کل روزهای

علت اختلاط بافت صنعتی و کشاورزی، کشت‌ها به‌صورت فشرده انجام‌شده و این امر موجب استفاده حداکثری از زمین‌های موجود در تناوب و افزایش کارایی استفاده از زمین می‌شود. تناوب غلات دانه‌ریز با ذرت علوفه‌ای نمونه‌ای شاخص در این زمینه است. در مناطق گرم استان که شامل شهرستان‌های کویری مثل اردستان، کاشان و نائین می‌شود، اگرچه زمین‌های کشاورزی با وسعت‌های زیاد یافت می‌شود ولی زمین‌هایی که محدودیت کشت نداشته باشد (شوری آب‌وخاک، سنگریزه، سخت کفه، شیب و بافت بسیار سبک) اندک هستند و در عمل کشت‌ها در محدوده‌های مشخصی به‌صورت مکرر انجام می‌شود که نتیجه آن افزایش کارایی استفاده از زمین است. در مناطق سردسیر استان مانند بوئین و میان دشت و فریدون‌شهر نیز به دلیل طول دوره رشد کوتاه و اینکه اکثر اراضی تسطیح‌چندانی نداشته و به کشت دیم اختصاص می‌یابد، عملاً در طول یک دوره تناوب سعی می‌شود از اراضی مساعد موجود بهره‌برداری شده و کارایی استفاده از زمین در حد نسبتاً بالایی قرار می‌گیرد. در هر سه منطقه اقلیمی استان اصفهان وجود آیش در تناوب‌ها باعث کاهش کارایی استفاده از زمین (حتی کمتر از ۵۰ درصد) می‌شود.

بالا بودن کارایی استفاده از زمین، اگرچه ممکن است از دید اقتصادی و استفاده حداکثری از منابع یک مزیت محسوب شود ولی از دید اکولوژیک چندان مطلوب نیست. درواقع اگر بخواهیم تناوب‌ها را بر اساس تعداد اندک گیاه تعریف کنیم شرایط به حالت تک‌کشتی نزدیک می‌شود. به‌عنوان مثال پژوهشی در خراسان رضوی نتایج نشان داد بیشترین کارایی استفاده از زمین در کشت مداوم گندم و تناوب گندم با کلزا به دست آمد (زارع فیض‌آبادی، ۱۳۹۴) درحالی‌که در مطالعه دیگری در همین منطقه تناوب (گندم، ذرت علوفه‌ای، گندم، سیب‌زمینی، گندم) با طول دوره تناوب ۹۵۱ روز کمترین کارایی استفاده از زمین (۵۲/۱ درصد) در میان هشت تناوب موردبررسی را داشت (زارع فیض‌آبادی و عزیزی، ۱۳۹۱).

به هر صورت، برای استفاده پایدار از زمین‌های کشاورزی علاوه بر مسائل اقتصادی باید مسائل بوم‌شناختی و اجتماعی نیز در ارزیابی‌ها لحاظ شود (آسیمه و همکاران، ۲۰۲۰). در صورتی‌که وجود آیش در تناوب‌ها از دید اقتصادی و در برخی موارد علمی توجیه نداشته باشد وارد کردن گیاهان خانواده بقولات و همچنین تکیه بر کشت‌های مخلوط می‌تواند تا اندازه‌ای به حفظ شاخص‌های اکولوژیک کمک کند. در صورتی‌که صرفاً به مسائل اقتصادی توجه شده و زمین‌های زراعی به‌صورت مداوم کشت شوند (بدون تناوب یا با تناوب‌های با زنجیره کوتاه) تولیدات زراعی ما در حقیقت نوعی سرقت محصول به بهای کاهش باروری و تخریب خاک خواهد بود (چیونا کارلتون، ۲۰۱۷).

کارایی تولید

کارایی تولید در تناوب‌ها در استان اصفهان به نوع محصول موجود در تناوب بستگی دارد (جدول ۲، ۳ و ۴). حضور گیاهان علوفه‌ای با عملکرد بالا (مثل ذرت علوفه‌ای) به‌ویژه وقتی در ترکیب با گیاهان غده‌ای (مثل چغندر قند) و صیفی‌جات (مثل هندوانه و طالبی) در تناوب قرار گیرند موجب افزایش کارایی تولید تناوب‌ها (گاهی به بیش از ۲۰۰ کیلوگرم در هرروز تناوب در منطقه معتدل) شده است. تناوب (ذرت علوفه‌ای، طالبی، چغندر قند) در منطقه معتدله مثال خوبی در این زمینه است. این در حالی است که غلات دانه‌ریز مثل گندم و جو، برخی دانه‌های روغنی مثل کلزا و گلرنگ و وجود آیش در تناوب‌ها، کارایی تولید تناوب‌ها را به کمتر از ۴۰ کیلوگرم در هرروز تناوب کاهش می‌دهند. تناوب‌های (گندم، جو، کلزا) در منطقه معتدله و تناوب (گندم دیم، آیش) در منطقه سرد نمونه‌هایی از این کاهش کارایی تولید هستند. کارایی تولید تناوب‌ها در منطقه معتدله استان اصفهان (دامنه ۶۳۲-۱۴ کیلوگرم در هرروز تناوب) (جدول ۲) نسبت به مناطق گرم (دامنه ۲۳۷-۹ کیلوگرم در هرروز تناوب) (جدول ۳) و سرد استان (دامنه ۲۰۲-۱/۸ کیلوگرم در هرروز تناوب) (جدول ۴) نسبتاً بالاتر

است. در مناطق گرم حتی باوجود تناوب‌های مشابه با مناطق معتدل، گرمی هوا موجب افزایش تنفس نگهداری (تنفس لازم برای حفظ زیست‌توده گیاهی) گیاهان شده و عملکردها کاهش می‌یابد (یاموری، ۲۰۱۶).

در مناطق سرد استان اصفهان (شهرستان‌هایی مثل چادگان، فریدن و فریدون‌شهر) با توجه به کوتاهی فصل رشد، کشاورزان ناچار به استفاده از ارقام زودرس محصولات زراعی بوده که طبیعتاً این ارقام عملکرد کمتری نسبت به ارقام متوسط رس و دیررس (مورد- استفاده در مناطق گرم و معتدل) دارند و بنابراین کارایی تولید تناوب‌ها خیلی زیاد نیست. در صورتی که محصولات زراعی مختلف به‌طور مناسب در کنار هم در تناوب‌ها قرار داده شوند قادرند پتانسیل‌های خود را بهتر نشان دهند. گان و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که قرار گرفتن گندم با حبوبات در یک تناوب علاوه برافزایش ۱۱/۲ درصد در عملکرد دانه گندم موجب افزایش ۱۷/۵ درصدی پروتئین آن نیز می‌گردد. سلیم (۲۰۱۹) مشاهده نمود که کشت ذرت در تناوب نسبت به کشت مداوم آن باعث افزایش ۱۷-۱۰ درصدی عملکرد آن شده است. درواقع تناوب‌های زراعی ارزان‌ترین و مؤثرترین روش مدیریت بهره‌برداری از محصول بوده و پیروی از سیاست قدیمی قرار ندادن همه تخم‌مرغ‌ها در یک سبد است (بوین کین و دنت، ۲۰۱۹). در برخی پژوهش‌ها افزایش کارایی تناوب‌ها نتیجه بهبود وضعیت خاک (تلفیق ریشه‌های کم‌عمق و عمیق ریشه)، بهبود ماده آلی خاک و توزیع مناسب آب در منطقه ریشه گیاهان است که همه این موارد موجب افزایش پتانسیل عملکرد محصولات حاضر در تناوب و بهبود وضعیت درآمد کشاورزان خواهد شد (سلیم، ۲۰۱۹).

بهره‌وری آب

بهره‌وری آب در تناوب‌های زراعی منطقه معتدل به‌ندرت به بیش از شش کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب می‌رسد (جدول ۲)؛ اما همین اعداد نیز نسبت به اعداد گزارش‌شده برای حالت تک‌کشتی محصولات،

اعداد بالایی محسوب می‌شود. در مناطق گرم اعداد مربوط به بهره‌وری آب در تناوب‌های مختلف (غالباً کمتر از یک کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب) نسبت به منطقه معتدل استان اصفهان (غالباً بیش از دو کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب) کاهش داشته (جدول ۳) و این کاهش عمدتاً به دلیل نیاز تبخیر و تعرق بالاتر در این ناحیه است (سالمی و همکاران، ۱۳۹۸). در منطقه سرد استان اصفهان نیز اعداد بهره‌وری آب نسبت به منطقه معتدل پایین‌تر هستند که دلیل آن طول دوره رشد محدود و عملکردهای پایین‌تر در این ناحیه است (جدول ۴). اعداد مربوط به بهره‌وری آب در منطقه سرد در اکثر مواقع کمتر از دو کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب است که نسبت به منطقه معتدل (بیش از ۳-۲ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب) کمتر است. غلات دانه‌ریز (گندم و جو) معمولاً دارای بهره‌وری آب نسبتاً پایینی هستند اما قرار گرفتن آن‌ها در کنار محصولات علوفه‌ای، صیفی‌جات و گیاهان غده‌ای در تناوب‌های زراعی در هر سه منطقه استان اصفهان باعث بهبود نسبی بهره‌وری آب در تناوب شده است.

در استان اصفهان بهره‌وری آب برای کشت مداوم گندم در مناطق گرم (به‌عنوان مثال اردستان)، مناطق معتدل (به‌طور مثال نجف‌آباد) و مناطق سرد (به‌طور مثال بوئین و میان دشت) به ترتیب برابر ۰/۴۳، ۰/۵۴ و ۰/۲۴ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب گزارش شده است (دهقان و همکاران، ۱۳۸۸). درحالی که در پژوهش حاضر قرار گرفتن گندم در تناوب‌های زراعی مختلف در تمام مناطق استان با بهبود بهره‌وری این گیاه همراه بوده است (جدول ۲، ۳ و ۴). به‌عنوان مثال مقدار بهره‌وری آب گندم در تناوب با سیب‌زمینی، ذرت علوفه‌ای، چغندرقد و طالبی در منطقه معتدل به ترتیب بیش از ۳، ۳، ۴ و ۵ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب بوده است (جدول ۲). در مناطق گرم استان تناوب گندم با محصولات طالبی و ذرت علوفه‌ای به ترتیب بهره‌وری آبی بیش از یک و سه کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب به همراه داشته است (جدول ۳). در منطقه سرد نیز به‌جز در شرایط دیم روند

مشابهی مشاهده شد (جدول ۴). در پژوهشی که در خراسان صورت پذیرفت مشاهده شد که درکشت مداوم گندم (پنج سال) بهره‌وری آبی معادل ۱/۴ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب آب است ولی واردکردن هر یک از گیاهان کلزا (یک سال) یا چغندر (دو سال) یا سیب‌زمینی (دو سال) به تناوب موجب افزایش بهره‌وری آب به ترتیب به ۱/۹۲، ۱/۷۷ و ۱/۹۰ کیلوگرم به ازاء هر مترمکعب گردید (زارع فیض‌آبادی و عزیزی، ۱۳۹۱). یکی از دلایل افزایش بهره‌وری آب در تناوب‌های زراعی (نسبت به حالت تک‌کشتی) افزایش عملکرد ناشی از اثرات مثبت تناوب‌ها است (رنویک و همکاران، ۲۰۱۹). توزیع مکانی و زمانی رطوبت در محیط ریشه گیاه (هان و همکاران، ۲۰۱۵) و اثرات هم‌افزایی گیاهانی مثل غلات و بقولات در تناوب، بهره‌وری مصرف آب در تناوب‌های زراعی را افزایش می‌دهد (بوین کین و دنت، ۲۰۱۹). با استفاده از تناوب‌های مناسب و چرخش محصولات، از منابع آب بهتر استفاده‌شده و مدیریت آب در زمان‌های بحرانی و کمبود آب نیز بهبود می‌یابد (سلیم، ۲۰۱۹).

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در زمینه اجرای تناوب‌ها برخی از مشکلات در هر سه منطقه معتدله، گرم و سرد استان اصفهان به چشم می‌خورد که کوتاه بودن طول زنجیره تناوب‌ها از مهم‌ترین آن‌ها است. با این وجود برخی از نارسائی‌ها به‌طور خاص در هر ناحیه اقلیمی قابل بررسی است.

در منطقه معتدله تناوب ذرت علوفه‌ای با گندم (و یا جو) تناوب غالب است. مجموع سطح کشت ذرت علوفه‌ای، گندم و جو معادل ۱۳۰ هزار هکتار (۲۷ درصد کل سطح زراعی) را تشکیل می‌دهد. تنها دلیل توسعه چنین تناوب‌هایی، جنبه‌های اقتصادی آن است. درحالی‌که نه از جنبه زراعی (قرار گرفتن دو محصول هم‌خانواده کنار یکدیگر) و نه از دیدگاه کشاورزی پایدار (کاهش تنوع سایر محصولات) به‌کارگیری چنین تناوبی در این سطح مطلوب نیست. جنبه‌های اقتصادی مدنظر کشاورزان به‌قدری قوی است که سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای استان

تقریباً به سمت صفر میل نموده است. علاوه بر این، حرکت چاپرهای سنگین‌وزن در شرایطی که غالباً زمین دارای رطوبت بالا است فشار مضاعفی را بر خاک زراعی وارد نموده و آن را به‌شدت متراکم می‌نماید. توجه به توسعه کشت سایر گیاهان زراعی که هر یک به دلیلی دچار کاهش سطح شده‌اند مهم‌ترین رویکردی است که در ابتدا باید به آن توجه شود. قیمت‌گذاری نامناسب برای برخی محصولات مثل کلزا، پنبه، ذرت دانه‌ای و چغندر و یا نوسانات قیمتی محصولاتی مثل سیب‌زمینی و پیاز موجب افت چشم‌گیر سطوح این گیاهان در تناوب‌های زراعی منطقه معتدله شده است. باید به یاد داشت، توصیه تناوب‌های انحصاری مشتمل بر گیاهان خاص، با اهداف کشاورزی پایدار مطابقت ندارد.

در منطقه گرم استان اصفهان اگرچه تا حدودی مشکلات تناوب‌ها به منطقه معتدله شباهت دارد ولی نکته مهم‌تر آن است که از پتانسیل طول دوره رشد طولانی این منطقه می‌توان استفاده مناسب‌تری داشت. در حال حاضر بیشترین تأکید کشت گیاهان زراعی و اجرای تناوب‌ها به ماه‌های گرم بهار و تابستان موکول شده است که با افت عملکرد محصولات در این شرایط (تنفس بالای گیاه)، کاهش چشم‌گیر بهره‌وری آب را (نسبت به دو ناحیه دیگر) در پی داشته است. فصل زراعی این منطقه از نیمه دوم بهمن آغاز می‌شود این فرصت مناسبی برای توسعه کشت گیاهانی مثل گلرنگ و پیاز نشائی است. علاوه بر این کشت چغندر و پاییزه نیز در این شرایط نتایج خوبی داشته است.

محدودیت طول دوره رشد در مناطق سردسیر استان اصفهان مهم‌ترین چالش این ناحیه اقلیمی است. متأسفانه بارش‌های این ناحیه نه از نظر مقدار و نه از حجم شرایط ایده آلی برای کشت دیم فراهم نمی‌کند. در اکثر سال‌ها با صرف هزینه‌های زیاد کشت دیم انجام می‌شود ولی مقدار برداشت کفاف هزینه کمابین را هم نمی‌دهد. اصرار بر کشت مداوم گندم و جو در این ناحیه و بنا نهادن بنیان همه تناوب‌ها بر این اساس رویکرد مناسبی

پیشنهادهای ترویجی

داشتن تولید قابل قبول توأم با حفظ منابع آب و خاک مستلزم آن است که تناوب‌ها به‌عنوان واحد اصلی تولید محصولات مورد توجه قرار گیرند. در این حالت تعبیری مثل بهره‌وری آب، کارایی محصول و کارایی زمین، جای خود را به بهره‌وری آب در تناوب، کارایی تولید در تناوب و کارایی استفاده از زمین در تناوب خواهند داد. همان‌گونه که در جوامع انسانی تشریک مساعی موجب افزایش بهره‌وری می‌شود در جوامع گیاهی نیز استفاده از مجموع پتانسیل گیاهانی که در یک تناوب قرار می‌گیرند نسبت به حالت کشت مداوم یک گیاه، برتری خواهد داشت. تناوب‌های زراعی با افزایش تنوع موجب افزایش کارایی استفاده از منابع شده و قادرند مشکلاتی مثل طغیان آفات و بیماری‌ها را هم کاهش دهند. برای بهره‌گیری از منافع تناوب‌ها در نظام‌های زراعی باید اصول اساسی حاکم بر تناوب‌ها (مثل ترتیب و نوع محصولات، نحوه رشد و نیازهای گیاهان و...) موردتوجه قرار گیرد.

سپاسگزاری: اطلاعات این مقاله با توجه به داده‌های ستاد الگوی کشت استان اصفهان تهیه شده و نویسندگان از معاونت محترم بهبود تولیدات گیاهی سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان به دلیل همکاری و مساعدت مالی در این زمینه قدردانی می‌نمایند.

نیست. این منطقه اقلیمی شرایط بسیار مساعدی برای توسعه کشت حبوبات وجود دارد. برای افزایش بهره‌وری آب، کشت انتظاری و انجام آبیاری تکمیلی حبوبات قابل توصیه است. در این نوع کشت حبوبات مقاوم به سرما (انواع نخود) در اواخر پاییز کشت‌شده و در بهار با بارش‌های طبیعی موجود در منطقه رشد یافته و در اواخر دوره رشد ممکن است به جند نوبت آبیاری تکمیلی نیاز داشته باشند. توسعه کشت گیاهان علوفه‌ای چندساله مثل یونجه و اسپرس نیز در این ناحیه قابل توصیه است؛ زیرا هم از نظر اقتصادی مقبولیت دارند و هم مشکلاتی مثل سرمازدگی بهاره که برای سایر محصولات مطرح است به‌طور معمول برای آن‌ها وجود ندارد. این محصولات علوفه‌ای معمولاً فقط ۴-۵ چین عملکرد تولید می‌کنند ولی باید توجه کرد که در بهار (تا اواخر اردیبهشت) که معمولاً امکان ورود به زمین برای کشت سایر محصولات به دلیل بارش‌های بهاره وجود ندارد، این گیاهان رشد خود را به صورت طبیعی از سر می‌گیرند و علاوه بر این به دلیل دماهای مناسب این مناطق در بهار و تابستان محصول تولیدی از نظر کیفی نسبت به مناطق گرم استان برتری داشته و عملکرد هر چین هم بیشتر است.

فهرست منابع

۱. آئینه بند ا. ۱۳۸۴. تناوب زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد. ایران، ۴۰۷ صفحه
۲. جلالی، ا. ه.، و ع. نیکویی. ۱۳۹۷. نقش تناوب زراعی در حفاظت از منابع آب‌و خاک (مطالعه موردی: دهستان دشت شهرضا). نشریه علمی ترویجی مدیریت اراضی. جلد ۶، ص ۸۳-۹۵.
۳. دهقان، ا.، ر. ذبیحی افروز و م. حسینی. ۱۳۸۸. بهره‌وری محصولات زراعی در ازای مصرف آب در ایران و مقایسه آن با کشورهای جهان. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی. وزارت جهاد کشاورزی ۸۲ صفحه.
۴. زارع فیض‌آبادی ا. ۱۳۹۴. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی در نظام‌های تناوبی مختلف بر عملکرد غده و خسارت کرم‌های مفتولی سیب‌زمینی. نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۹، ص ۵۹۳-۵۸۲.

۵. زارع فیض‌آبادی، ا. و م. عزیزی. ۱۳۹۱. اثر نظام‌های تناوب زراعی مختلف بر عملکرد گندم در اقلیم سرد خراسان رضوی. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲، ص ۲۶۱-۲۷۵.
۶. سازمان هواشناسی کشوری. ۱۳۹۹. گزارش وضع هوای استان های کشور. بولتن سالیانه آمار هواشناسی .
<http://metservice.ir/rain>
۷. سالمی، ح.، ا. ه. جلالی، ن. تومانیان، ع. نیکویی و م. خداقلی. ۱۳۹۸. بررسی و تعیین نیازآبی خالص گیاهان قابل کشت در استان اصفهان به‌منظور مدیریت بهینه تقاضای آب در بخش کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، شماره فروست ۵۶۷۲۵.
۸. کوچکی، ع.، م. نصیری، ا. زارع فیض‌آبادی و م. جهان‌بین. ۱۳۸۳. ارزیابی تنوع نظام‌های زراعی ایران. پژوهش و سازندگی. جلد ۶۳، ص ۷۰-۸۳.
9. Asimeh, M., M. Nooripoor, H. Azadi, V. Van Eetvelde, P. Sklenička, and F. Witlox. 2020. Agricultural land use sustainability in Southwest Iran: Improving land leveling using consolidation plans. *Land Use Policy*. 94:1-11.
10. Bai, Z., T. Caspari, M.R. Gonzalez, N.H. Batjes, P. Mäder, E.K. Bünenmann, R. de Goede, L. Brussaard, M. Xu, C.S.S. Ferreira, and E. Reintam. 2018. Effects of agricultural management practices on soil quality: A review of long-term experiments for Europe and China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 265: 1-7.
11. Benitez, M., L.O. Shannon, and L.R. Michael. 2017. Effects on maize seedling health and associated rhizosphere micro biome. *Scientific Reports*. 7: 1-13.
12. Bennett, A.J., G.D. Bending, D. Chandler, S. Hilton, and P. Mills. 2012. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. *Biological Reviews*. 87: 52-71.
13. Boincean, B., and D. Dent. 2019. Crop rotation. In *farming the black earth* (pp. 89-124). Springer, Cham.
14. Chiwona-Karlton, L., M. Lemenih, M. Tolera, T. Berisso, and E. Karlton. 2017. Crop theft and soil fertility management in the highlands of Ethiopia. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>).
15. De Martonne, E. 1925. *Traité de Géographie Physique*, Vol I: Notions generals, climate, hydrography. *Geography Review*. 15(2):336-337
16. Han, E., T. Kautz, U. Perkons, D. Uteau, S. Peth, N. Huang, R. Horn, U. Kopke. 2015. Root growth dynamics inside and outside of soil bio pores as affected by crop sequence determined with the profile wall method. *Biology and Fertility of Soils*. 51, 847-856.
17. Jones, O.R., and T. Popham. 1997. Cropping and tillage systems for dryland grain production. *Agronomy Journal*. 89: 222-232.
18. Mahal, N.K., M.J. Castellano, and F.E. Miguez. 2018. Conservation agriculture practices increase potentially mineralizable nitrogen: a meta-Analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 82: 1270-1278.
19. Renwick, L.L., T.M. Bowles, W. Deen, and A.C. Gaudin. 2019. Potential of Increased Temporal Crop Diversity to Improve Resource Use Efficiencies: Exploiting Water and Nitrogen Linkages. In *Agroecosystem Diversity* (pp. 55-73). Academic Press.
20. Selim, M. 2019. A review of advantages, disadvantages and challenges of crop Rotations. *Egyptian Journal of Agronomy*. 41:1-10.
21. Tomar, S., and A. Tiwar. 1990. Production potential and economics of different crop sequences. *Indian Journal Agronomy*. 32: 30-35.
22. Yamori, W. 2016. Photosynthesis and respiration. In *Plant factory* (pp. 141-150). Academic Press.
23. Zhao, J., Y. Yang, K. Zhang, J. Jeong, Z. Zeng, and H. Zang. 2020. Does crop rotation yield more in China? A meta-analysis. *Field Crops Research*. 245:107659.

ارزیابی امکان استفاده از فضولات حشرات در بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک

عباس ارباب^۱

دانشیار گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان، ایران.

abbasrabab@hotmail.com

دریافت: خرداد ۱۳۹۹ و پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

حشرات فراوانترین موجودات زنده‌ی مرتبط با گیاهان و خاک می‌باشند. پرورش انبوه آنها برای تامین بخشی از نیاز غذایی طیور و آبزیان، دسترسی به نوع جدیدی از کودهای آلی یعنی فضولات آنها را فراهم ساخته است. ترکیبات شیمیایی فضولات حشرات (مقدار مناسب نیتروژن آلی، کربن محلول، عناصر کم مصرف و پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن) و خواص فیزیکی آنها (دانه‌بندی ریز و ساختار لایه لایه) موجب شده تا امکان بکارگیری آنها برای بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک و توسعه‌ی محصولات ارگانیک، بیش از گذشته مورد توجه قرار گیرد. فضولات حشرات علاوه بر آنکه غنی از مواد غذایی مورد نیاز گیاهان هستند، دارای میکروارگانیسم‌های مفیدی مانند برخی گونه‌های باکترهای جنس باسیلوس و سودوموناس بوده و تنها منبع در دسترس کیتین برای گیاهان نیز می‌باشند. کیتین می‌تواند مقاومت گیاهان به تنش‌های زنده (حشرات و نماتدها) و غیرزنده (خشکی و شوری) را بهبود بخشد. در حال حاضر بیشتر مطالعات بر استفاده از فضولات دو حشره‌ی صنعتی، مگس سرباز سیاه (*Hermetia illucens*) و سوسک زرد آرد (*Tenebrio molitor*) متمرکز شده است. نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد تیمار خاک مزارع با فضولات این دو حشره به مقدار ۱۰-۵ تن در هکتار می‌تواند عملکرد کمی و کیفی چندین گیاه زراعی مهم مانند کلزا، جو، چاودار، ذرت و چغندر قند را افزایش دهد. با توجه به گسترش روز افزون پرورش حشرات صنعتی در کشور لزوم تسریع در استانداردسازی و تهیه‌ی شیوه‌نامه‌های بکارگیری آنها بیش از گذشته احساس می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فضولات حشرات، حاصلخیزی خاک، کود آلی، کود زیستی

^۱- آدرس نویسنده مسئول: گروه حشره‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان، ایران.

مقدمه

حشرات بیشترین فراوانی را در میان موجودات دارند. بیش از نیمی از آنها که شامل ۵۰۰ هزار گونه می شود، گیاهخوار بوده و بطور مستقیم با گیاهان در ارتباط می باشند (شوونهاوون و همکاران، ۲۰۰۵). آنها همانند سایر موجودات زنده بخشی از غذای هضم نشده‌ی خود را بصورت فضولات دفع می کنند. علاوه بر آن فضولات حشرات حاوی بقایای بستر پرورش و اسکلت خارجی آنها نیز می باشد. فضولات حشرات از نظر فیزیکی شن مانند، بی بو، دارای رنگ های متنوع (از زرد روشن تا قهوه ای تیره) و اندازه های متغیر می باشند (شکل ۱) (ارباب، ۱۳۹۷؛ کلامشتاینر و همکاران، ۲۰۲۰). از نظر شیمیایی نیز از ترکیبات متنوعی مانند مواد نیتروژن دار (NH_2) تا انواع عناصر معدنی مانند کلسیم، فسفر، پتاسیم و منیزیم تشکیل شده اند (کاگاتا و اوگوشی، ۲۰۱۲). محدودیت ها در تامین غذای طیور و آبزیان موجب شده است تا پرورش انبوه برخی از گونه های حشرات بصورت صنعتی در بسیاری از کشورها از جمله ایران مورد توجه قرار گیرد و صنعت نوپای تولید حشرات آهنگ رو به رشدی را تجربه کند. تعداد واحدهای پرورش دهنده ی حشرات ایران در طی ۱۰ سال گذشته به بیش از ۳۰ واحد رسیده است و بیش از پنج درصد خوراک آبزیان را تامین می نمایند (ارباب، ۱۳۹۸؛ زان، ۲۰۱۷؛ گارتلینگ و همکاران، ۲۰۲۰). فضولات حشرات یکی از مهمترین محصولات جانبی این صنعت است. میزان تولید فضولات در حشرات مختلف متفاوت بوده و بستگی به عواملی مانند گونه، مرحله ی زندگی، ضریب تبدیل غذا به زیست توده و نوع رژیم غذایی آنها دارد. بررسی ها نشان می دهد لاروهای سوسک زرد آرد به ازای تغذیه ی هرکیلوگرم سبوس گندم، ۶۸۰ گرم فضولات تولید می کنند

(ارباب اطلاعات منتشر نشده) و لاروهای مگس سرباز به ازای تغذیه ی هرکیلوگرم کود مرغی و پسماندهای صنایع الکل سازی به ترتیب ۶۳۰ و ۳۴۰ گرم فضولات تولید می کنند (کوليام و همکاران ۲۰۲۰). مقدار تولید سالانه فضولات سوسک زرد آرد که تجاری ترین حشره ی صنعتی ایران است سالانه بیش از ۲۰۰ تن می باشد (بابایی سواسری اطلاعات منتشر نشده). با توجه به سیستم پرورش این حشره هزینه جمع آوری و بسته بندی هر تن کود میلووم در سال مورد بررسی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار تومان تخمین زده می شود. در حال حاضر بیشترین مصرف کود مذکور در تولید محصولات گلخانه ای خصوصاً پرورش کاکتوس ساکولنت ها می باشد. حشرات هرچند از جثه ی بسیار کوچکتري نسبت به سایر دام ها برخوردار هستند ولی در مقایسه با دام های بزرگ مانند گوسفند نیاز به فضای کمی برای پرورش دارند. طول دوره ی رشد آنها کوتاهتر و از زاد آوری بالاتری برخوردار هستند. در کنار امکان پرورش طبقاتی، بازدهی تولید کود آنها در مقایسه با سایر دام ها قابل توجه است. برای نمونه در حالیکه میانگین تولید سالیانه ی کود به ازای هر راس گوسفند ۴۰ کیلوگرمی، ۲۰۰ کیلوگرم می باشد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۴)، لاروهای سوسک زرد آرد با همین وزن در مدت چهار ماه و در فضای پنج متر مکعبی، ۱۸۸ کیلوگرم کود تولید می کنند (ارباب اطلاعات منتشر نشده) که به خوبی ارزش اقتصادی تولید آنها را توجیه می نماید. تاکنون چندین بررسی (زان، ۲۰۱۷؛ کوليام و همکاران؛ ۲۰۲۰؛ بسیگاموکاما و همکاران ۲۰۲۰) درخصوص استفاده از فضولات حشرات بعنوان اصلاح کننده و تقویت کننده ی خاک انجام شده است نتایج آنها نشان می دهد که این زیست توده ی آلی می تواند اثر مثبتی بر رشد و نمو محصولات مختلف و همچنین حاصلخیزی و اصلاح خاک داشته باشد.



شکل ۱- لارو، حشره کامل و فضولات سوسک زرد آرد (۱-۳)، لارو، حشره کامل و فضولات مگس سرباز (۴-۶)

ترکیبات تشکیل دهنده

فضولات حشرات بطور معمول از نسبت هایی از مواد آلی خام، پروتئین خام، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین عنصر کمیابی مانند روی، بور، منگنز، منیزیم و مس تشکیل شده اند. در جدول ۱ ترکیبات تشکیل دهنده ی فضولات دو حشره ی صنعتی (سوسک زرد آرد و مگس سرباز سیاه) ارایه شده است. بررسی های صورت گرفته نشان می دهد فضولات حشرات گیاهخوار دارای پروتئین های هضم نشده ی گیاهان میزبان، پروتئین های تولید شده توسط خود حشره و موجودات تک سلولی می باشند (ری

و همکاران، ۲۰۱۶). در بعضی از حشرات مانند سوسک زرد آرد (*Tenebrio molitor*) و جیرجیرک صحرایی (*Acheta domesticus*) فضولات حاوی اسیدهای چرب فرار مانند اسید بوتیریک، اسید پروپیونیک و اسید والریک نیز می باشند. همچنین وجود اسید لاکتیک و اسید استیک نیز در فضولات برخی حشرات اثبات شده است (ویوور و همکاران، ۱۹۹۰، مکفارلن و عالی، ۱۹۸۵). فضولات حشرات دارای مقادیر بالایی نیتروژن (۷-۲ درصد) و کربن ناپایدار (C) (۳۰-۴۵ درصد) است که مقدار آنها بیشتر از مقادیر موجود در خاک برگ گزارش شده است (کاگاتا و اوگوشی، ۲۰۱۲).

جدول ۱ - ویژگی های شیمیایی فضولات دو حشره ی مهم صنعتی (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰، کلامشتاینر، ۲۰۱۹ و پودا و همکاران، ۲۰۱۹)

منبع فضولات	نیتروژن (g/kg)	کلسیم (g/kg)	فسفر (g/kg)	پتاسیم (g/kg)	منیزیم (g/kg)	آهن (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)	اسیدیته (PH)
سوسک زرد آرد	۵۰	۱	۲۰	۱۸/۶۰	۵۴	۱۴۰	۱۷۱	۱۰	۹۴/۲۰	۵/۸۰
مگس سیاه سرباز	۳۴	۱۳	۸	۱۱	۳	۱۲۵	۴۵	۱۵	۹۰	۵/۴۰-۶/۲۲

نیتروژن یکی از عناصر مهم مورد نیاز گیاهان محسوب می شود و حشرات با توجه به ترکیبات تشکیل دهنده ی کالبد و فضولات شان از منابع تامین نیتروژن گیاهان محسوب می شوند. بررسی ها نشان می دهد اجساد حشرات موجود در خاک منبع مهمی برای نیتروژن آلی می باشند (فیلدینگ و همکاران، ۲۰۱۲). این عنصر بطور میانگین ۱۰ درصد وزن حشرات را تشکیل می دهد که

عموما در ساختار پروتئین ها و کیتین قرار دارد (فاگان و همکاران، ۲۰۰۲). در هر هکتار خاک مناطق معتدله، تقریباً ۱۵ گرم نیتروژن در کالبد حشرات خاکزی و ۲۰۰-۱۰۰ گرم نیتروژن در کالبد حشرات بالای سطح زمین وجود دارد که بعد از مرگ آنها به خاک اضافه می شود (وان امدم، ۱۹۸۹). این مقدار نیتروژن به ویژه هنگامی که با مقدار نیتروژنی که توسط میکروارگانیسم های خاک تثبیت می شود که تقریباً

۱۰۰ گرم نیتروژن در هکتار در سال است، مقایسه شود قابل توجه خواهد بود (کومروو، ۱۹۷۸). به خوبی مشخص شده است که در برخی زیست بوم‌ها مانند جنگل‌ها و مراتع هنگامی که جمعیت حشرات زیاد و در وضعیت طغیانی قرار دارد، اجساد حشرات و فضولات تولید شده توسط آنها می‌تواند تا ۷۰ درصد نیتروژن را به خاک برگرداند (هولینگر، ۱۹۸۶). تجزیه اجساد بدن حشرات خیلی سریعتر از سایر مواد آلی مانند بقایای گیاهان انجام می‌شود، بنابراین نیتروژن موجود در آنها سریعتر در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد (هانتز، ۲۰۰۱). مقادیر قابل توجهی از نیتروژن آلی فضولات حشرات بصورت اسید اوریک است که می‌تواند به اشکال غیر آلی مانند آمونیاک و نترات تبدیل شود (فروست و همکاران، ۲۰۰۷، کولر و همکاران، ۲۰۱۳). در زیست بوم‌های جنگلی مقدار نیتروژنی که توسط فضولات حشرات در شرایط عادی و غیر طغیانی وارد خاک می‌شود بین ۰/۳ تا ۱/۱ کیلوگرم در هکتار در سال تخمین زده شده است (هانتز و همکاران، ۲۰۰۳) ولی در شرایط طغیانی این مقدار به مراتب بیشتر است. بررسی‌ها نشان می‌دهد هنگامی که زنبور برگ‌خوار (*Periclista* sp. (Hymenoptera: Symphyta) طغیان می‌کند مقدار نیتروژنی که سالانه توسط فضولات این حشره وارد خاک می‌شود به ۳۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد؛ بنابراین جای تعجب نیست که گاهی فضولات حشرات گیاهخوار نیتروژن بیشتری نسبت به خاک برگ به خاک اضافه نماید (گریس، ۱۹۸۶).

فضولات حشرات همچنین می‌تواند منبع غذایی مناسبی برای میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده‌ی موجود در خاک که تسهیل کننده‌ی تجزیه سایر منابع دارای نیتروژن (بقایای گیاهان و حشرات) هستند، باشد (هولینگر، ۱۹۸۶). قارچ‌های خاکزی از جمله میکوریزاها نقش کلیدی در آزاد سازی نیتروژن آلی موجود در اجساد و فضولات حشرات

ایفا می‌کنند (سانتچز، ۲۰۰۹). آنها با ترشح آنزیم‌های هیدرولاز کننده‌ی برون سلولی مانند پروتازها و کیتینازها توانایی تجزیه نیتروژن آلی و تبدیل آن به اشکال قابل جذب توسط گیاهان را دارا هستند (سانتچز، ۲۰۰۹).

عنصر مهم دیگر موجود در فضولات حشرات، کربن است. مقدار کربن آلی در فضولات لاروهای سوسک زرد آرد و لارو مگس سرباز به ترتیب ۳۹۳ و ۴۴۳ گرم در کیلوگرم گزارش شده که تقریباً سه برابر کود مرغی است (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰، کلامشتاینر، ۲۰۱۹). علاوه بر آن، بیشتر این کربن بصورت محلول و مقدار کمتری از آن بصورت کربن‌های غیر محلول مانند لیگنین و سلولز است. پایین بودن این دو ترکیب بعلاوه هضم‌پذیری بالای آنها توسط این حشره است (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰).

عوامل موثر بر ترکیبات تشکیل دهنده فضولات حشرات

ویژگی‌های شیمیایی فضولات حشرات از جمله نسبت کربن به نیتروژن (C:N) بستگی زیادی به رژیم غذایی آنها دارد (کاگاتا و اوگوشی، ۲۰۱۲، مادرچ و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج بررسی‌های پودا و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از لارو سوسک زرد آرد و سه نوع رژیم غذایی متفاوت در جدول (۲) ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود مقدار نیتروژن در فضولات بدست آمده از رژیم غذایی نوع سوم که دارای محتوی پروتئینی بیشتری است، تقریباً بیش از دو برابر سایر فضولات است. این به این معنا است که نسبت کربن به نیتروژن (C/N) کمتر از نصف سایرین است. همچنین علاوه بر نیتروژن، مقدار عناصر دیگری مانند کربن، گوگرد، کلسیم و مولبیدن نیز در این نوع از فضولات بیشتر است. فضولات نوع دوم که بعد از مصرف غذای دارای کربوهیدرات بیشتر بدست آمده است دارای بیشترین مقدار پتاسیم و فضولات نوع اول دارای بیشترین مقدار فسفر، منیزیم، منگنز و آهن می‌باشد.

جدول ۲ - ترکیبات تشکیل دهنده ی فضولات لارو های کرم زرد آرد تغذیه شده با سه نوع رژیم غذایی متفاوت (پودا و همکاران، ۲۰۱۹)

رژیم غذایی	کربن	نیتروژن	کربن/نیتروژن	فسفر	پتاسیم	گوگرد	کلسیم	مگنزیوم	سدیم	کلر	آهن
۱ ^a	۳۸/۹۰	۲/۹۲	۱۳/۳۲	۱/۵۳	۱/۸۶	۰/۱۸	۰/۱۰	۰/۵۴	۱۷۱/۸۹	۱۴۰/۶۸	۰/۵۶
۲ ^b	۳۸/۸۰	۲/۶۷	۱۴/۵۳	۱/۴۴	۱/۹۷	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۵۲	۱۵۵/۹۰	۱۲۷	۰/۵۳
۳ ^c	۴۲/۴۴	۷/۷۵	۵/۴۸	۱/۰۲	۱/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۱	۰/۳۴	۸۳/۴۰	۱۲۹/۰۳	۰/۹۶

مقدار نیتروژن کل، نترات و آمونیوم در فضولات لاروهای پروانه برگخوار کلم (*Mamestra brassicae*) که از کلم های تغذیه شده با کود مایع NPK استفاده نموده- اند در مقایسه با کلم های تغذیه نشده با کود به ترتیب تقریباً سه، شش و هفت برابر بیشتر است. این درحالی است که در مقدار کربن تفاوت معنی داری مشاهده نمی شود (کاگاتا و اوگوشی، ۲۰۱۲) (جدول ۴).

تاثیرپذیری ترکیبات فضولات از رژیم غذایی در مورد مگس سرباز سیاه نیز مشاهده شده است. بررسی ها نشان می دهد هنگامی که لاروهای این حشره از سه نوع رژیم غذایی متفاوت با منشأ گیاهی (چمن درو شده، میوه و سبزیجات و دان مرغ) تغذیه می شوند شاخص های خواص شیمیایی فضولات تولید شده توسط آنها مانند اسیدیته و هدایت الکتریکی، مقدار کربن و نیتروژن کل متفاوت خواهد بود (جدول ۳). (کلامشتاینر، ۲۰۱۹).

جدول ۳- خواص شیمیایی کود لارو مگس سرباز سیاه تغذیه شده در رژیم های غذایی مختلف (کلامشتاینر، ۲۰۱۹)

ویژگی	نوع رژیم غذایی		
	چمن درو شده	میوه و سبزیجات	دان مرغ
اسیدیته	۵/۴۰	۵/۵۸	۶/۲۲
هدایت الکتریکی [mS cm ⁻¹]	۳/۰۶	۲/۳۶	۵/۶۷
کربن کل [g kg ⁻¹]	۴۴۳	۴۸۸	۴۷۹
نیتروژن کل [g kg ⁻¹]	۲۴/۴	۱۸/۳۰	۲۵/۹
نسبت کربن به نیتروژن	۱۸/۲۰	۲۶/۶	۱۸/۵
متان [g kg ⁻¹]	۸۲۵	۸۷۳	۸۱۰

جدول ۴ - ترکیب شیمیایی فضولات لارو پروانه برگخوار تغذیه شده با کلم های رشد کرده با کود و بدون کودت (کاگاتا و اوگوشی، ۲۰۱۲)

ترکیبات شیمیایی فضولات (%)		رژیم غذایی لارو	
		کلم های تغذیه شده با کود	کلم های تغذیه نشده با کود
کربن	۳۵/۰۷	۳۸/۴۳	
نیتروژن	۱۰/۷۵	۳/۵۸	
نیتروژن نیتراتی (NO ₃ --N)	۰/۴۶	۰/۰۸	
نیتروژن آمونیومی	۱/۳۵	۰/۱۹	

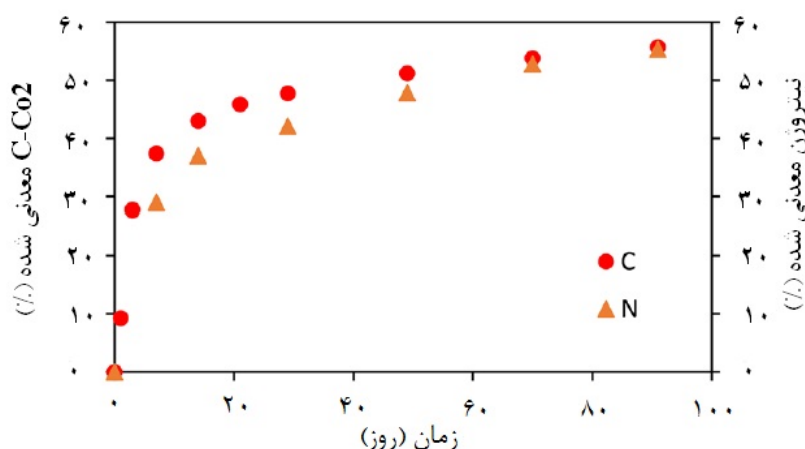
علاوه بر رژیم غذایی عوامل دیگری نیز مانند افزایش دی اکسید کربن (CO₂) و همچنین ازن (O₃) موجود در اتمسفر نیز می تواند بر مقدار نیتروژن و همچنین نسبت کربن به نیتروژن فضولات حشرات گیاهخوار تاثیرگذار باشد. بررسی ها نشان می دهد هنگامی که لاروهای پروانه های گربه ی نروزی (*Malacosoma disstria*) و

لاروهای پروانه ی ابریشم باف ناجور نیز هنگامی که از برگ درختان بلوط و کاج تغذیه می کنند مقدار نیتروژن فضولات آنها به ترتیب ۲/۶۱ و ۰/۶۴ درصد و نسبت کربن به نیتروژن به ترتیب ۱۷/۴۰ و ۸۰/۷۰ می باشد (کاگاتا و اوگوشی، ۲۰۱۲).

ابریشم باف ناجور (*Lymantria dispar*) از برگ درختان صنوبر لرزان (*Populus tremuloides*) و توس (*Betula papyrifera*) پرورش یافته در شرایط ازن و دی اکسید کربن بالا تغذیه می نمایند مقدار نیتروژن فضولات کاهش و مقدار نسبت کربن به نیتروژن فضولات افزایش می یابد (لیندروت و کوتور، ۲۰۱۴).

معدنی شدن فضولات

فرایند معدنی شدن فضولات حشرات بلافاصله بعد از قرارگرفتن آنها در خاک آغاز می شود. برای نمونه بررسی ها نشان می دهد ۳۷ درصد کربن کل فضولات سوسک زرد آرد در مدت هفت روز معدنی می شود سپس سرعت معدنی شدن کاهش یافته و بعد از ۹۰ روز ۵۶ درصد باقیمانده آن معدنی می شود. معدنی شدن نیتروژن نیز از الگوی مشابهی پیروی می کند. ۳۷ درصد آن در مدت ۱۴ روز و ۵۵ درصد آن به آرامی در مدت ۹۰ روز صورت می گیرد (شکل ۲) (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۲- روند معدنی شدن نیتروژن و کربن فضولات لارو سوسک زرد آرد (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰)

هرچند فضولات لارو پروانه ابریشم باف ناجور در مدت ۱۲۰ روز کاملاً تجزیه می شود ولی بیشترین فرایند معدنی شدن در ۱۰ روز نخست انجام می شود. غلظت بالای کربن در فضولات حشرات موجب تحریک رشد میکرو ارگانیسم ها می شود که یکی از پیامدهای آن افزایش مقدار معدنی شدن فضولات است.

تاثیر کاربرد فضولات حشرات بر رشد گیاهان

فضولات حشرات هم بطور بالقوه منبع مهمی برای تامین مواد مورد نیاز خاک محسوب می شوند و هم در فرایند تجزیه ی مواد آلی خاک می توانند تامین کننده ی انرژی و مواد مغذی میکروارگانیسم های خاک باشند (اسکات و بیدوچکا، ۲۰۱۳). این ترکیبات نقش قابل توجهی در دسترسی گیاهان به مواد مغذی خاک دارند، بویژه هنگامی که مقدار فضولات بواسطه ی جمعیت طغیانی

حشرات، زیاد است (هانتز، ۲۰۰۱). در ادامه به بیان نتایج برخی از مطالعات انجام شده می پردازیم:
لیو و همکاران (۲۰۰۳) اثر خاک شنی غنی شده با کود سوسک زرد آرد به نسبت ۱:۴۰ را بر رشد گیاه ماش بررسی کرده اند. نتایج نشان می دهد که گیاهان دریافت کننده ی کود نسبت به گیاهان شاهد ۱۷/۹ درصد وزن بیشتری داشته اند. لو و همکاران (۲۰۱۱) نیز در یک آزمایش گلدانی اثر مقادیر مختلف فضولات سوسک زرد آرد بر میزان رشد و نمو و کیفیت کلزا را بررسی کرده اند. آنها فضولات را به نسبت های ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ درصد با خاک مخلوط کرده اند. نتایج نشان می دهد که گیاهانی که ۱/۵ درصد فضولات سوسک زرد آرد را دریافت کرده بودند بالاترین عملکرد را داشته اند.

پوودا و همکاران (۲۰۱۹) نقش تغذیه ای فضولات سوسک زرد آرد را بر گیاهچه های چغندر مورد

بررسی قرار داده‌اند. آنها ابتدا لاروهای سوسک زرد آرد را با سه رژیم غذایی با ارزش غذایی متفاوت {رژیم غذایی نخست حاوی ۶۶ درصد کربوهیدرات (بیشتر کربوهیدرات-ها را سلولز و همی سلولز تشکیل می‌داده‌اند)، شش درصد چربی و ۲۸ درصد پروتئین، رژیم غذایی دوم حاوی ۷۷ درصد کربوهیدرات (۱۲ درصد آن نشاسته بوده است)، شش درصد چربی و ۲۸ درصد پروتئین و رژیم غذایی سوم حاوی ۴۹ درصد کربوهیدرات (بیشتر کربوهیدرات‌ها را سلولز و همی سلولز تشکیل می‌داده‌اند)، ۱۲ درصد چربی و ۳۹ درصد پروتئین} تغذیه نموده‌اند. سپس فضولات بدست آمده را به نسبت دو درصد حجم گلدان های سه لیتری، در اختیار گیاهچه‌های چغندر قند قرار دادند. پس از یک ماه، گیاهان برداشت شده و وزن تر و خشک آنها ارزیابی شده‌است. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد که هرچند میزان کلروفیل، وزن تر، طول اندام هوایی و قطر طوقه‌ی تمامی گیاهچه‌های چغندر قند دریافت کننده‌ی هر سه نوع فضولات سوسک زرد آرد در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش می‌یابد ولی زیست توده‌ی گیاهانی که از فضولات بدست آمده از رژیم غذایی نوع اول استفاده کرده بودند، در مقایسه با سایر رژیم‌های غذایی بیشتر بوده است. بعلاوه قطر طوقه گیاهان دریافت کننده‌ی فضولات رژیم غذایی نوع سوم بیشتر از سایرین گزارش شده است.

زان (۲۰۱۷) اثر فضولات لارو مگس سرباز سیاه را بر رشد و نمو پیاز بهاره (*Allium cepa* var. "White" "Lisbon") مورد بررسی قرار داده است. نتایج بررسی او نشان می‌دهد فضولات این حشره به مقدار پنج تن در هکتار اثر مثبتی بر شاخص‌های عملکردی گیاه (ارتفاع و وزن تر) و حاصلخیزی خاک (اسیدیته و مواد آلی) دارد. همچنین فضولات این حشره موجب افزایش سه سانتیمتری ارتفاع ساقه پیاز نسبت به شاهد شده و بیشتر از مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی (NPK)، ارتفاع ساقه را افزایش می‌دهد. این در حالی است که مصرف ۲۰ تن در هکتار فضولات لارو، اثر معکوس داشته و موجب کاهش رشد گیاه می‌شود. علت این پدیده می‌تواند مربوط به مقدار

بالای آمونیوم (NH^+4) در فضولات باشد که در مقدار بالا اثر معکوس بر رشد دارد. مقدار بالای آمونیوم نتیجه‌ی تجزیه‌ی پی در پی اسید اوریک (مهمترین منبع نیتروژن فضولات) به آلانتوئین، اوره و در نهایت آمونیوم (NH^+4) است.

بررسی‌های او همچنین نشان می‌دهد مصرف ۱۰ تن در هکتار فضولات لارو مگس سرباز سیاه موجب افزایش دو برابری وزن تر و خشک گیاهچه‌های پیاز نسبت به سایر تیمارها می‌شود. نسبت وزن ریشه به ساقه کمتر از دو شاخص دیگر تحت تاثیر کود قرار گرفته است ولی با این حال مصرف ۱۰ تن در هکتار فضولات حشره می‌تواند بیشترین نسبت وزن ریشه به ساقه را برای گیاهچه پیاز فراهم سازد. فضولات لارو مگس بیشتر از کود شیمیایی مقدار هدایت الکتریکی خاک (EC) را پایین می‌آورد. بیشترین افزایش میزان مواد آلی خاک با افزودن ۱۰ تن در هکتار فضولات لارو مگس مشاهده شده است. فضولات لارو سوسک زرد آرد نیز با همین مقدار تاثیر همسانی با کودهای معدنی بر روی رشد و نمو جو داشته است (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰).

تاثیر بر جمعیت موجودات خاکزی

همانگونه که اشاره شد ترکیبات موجود در فضولات حشرات علاوه بر کاربرد تغذیه‌ای برای گیاهان همچنین می‌توانند بعنوان محرک جمعیت بی‌مهرگان خاکزی نیز عمل نمایند (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۳). برای مثال اضافه نمودن آنها به خاک موجب افزایش جمعیت پادمان (*Collembola*)، نماتدهای قارچ خوار، نماتدهای باکتری خوار و کنه‌های پرو استیگما می‌شود (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۳). علاوه بر آن فضولات حشرات همانند سایر کودهای دامی از فون میکروبی بالایی برخوردار هستند و تنوع و فراوانی گونه‌ها وابستگی زیادی به رژیم غذایی آنها دارد. برخی از تک یاخته‌ای‌های موجود در فضولات حشرات مفید بوده و می‌توانند بعنوان همیار گیاهان عمل نمایند. برای نمونه در فضولات حشرات باکتری‌هایی مانند

نقش کود حشرات در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زنده و غیرزنده

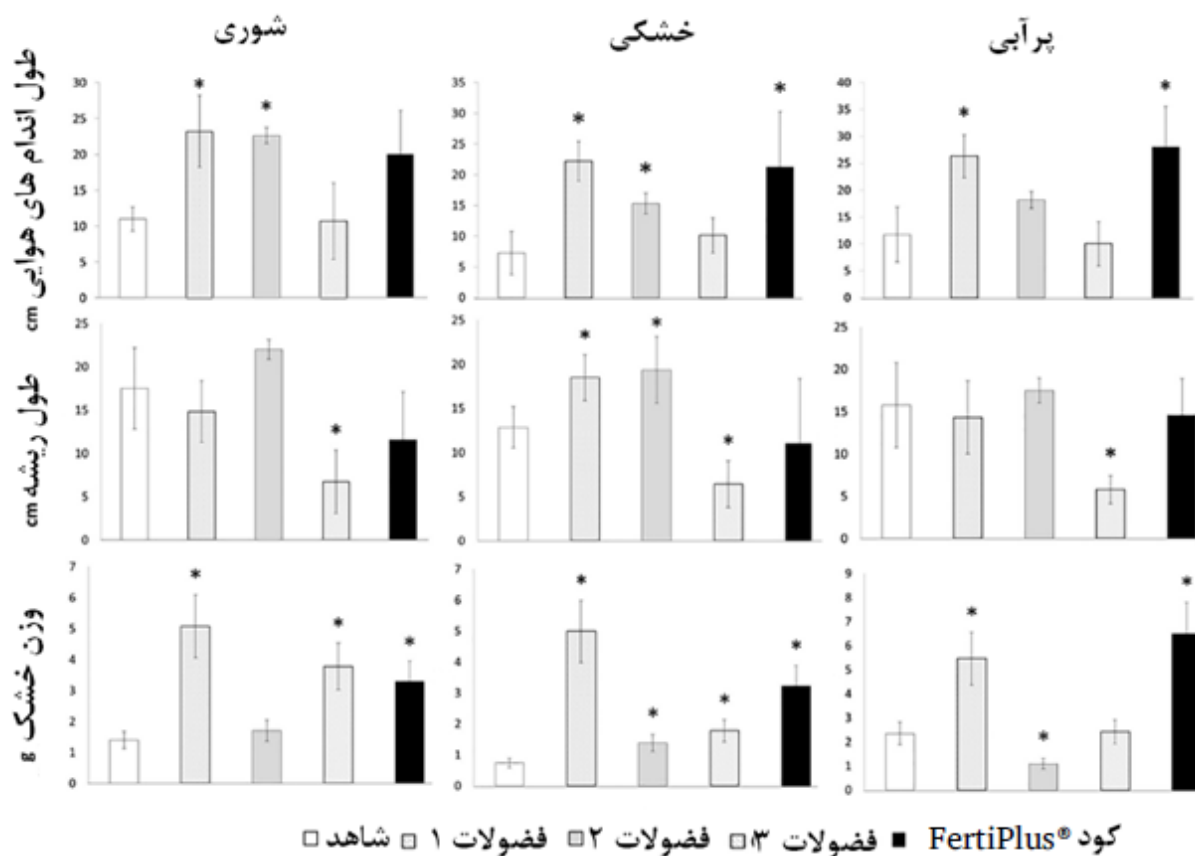
پوودا و همکاران (۲۰۱۹) کارایی فضولات سوسک زرد آرد را در تحریک توانایی تحمل تنش‌های غیرزنده از جمله خشکی، پر آبی و شوری در گیاهان چغندر قند و لوبیا مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها همچنین نقش تک یاخته‌ای‌های موجود در فضولات را در تحریک رشد گیاهان و تحمل تنش‌های غیر زنده را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. همانگونه که در شکل (۳) مشاهده می‌شود در بیشتر شرایط تنش، فضولاتی که در اثر تغذیه از رژیم غذایی غنی از کربوهیدرات بدست می‌آید کارایی بیشتری نسبت به سایر فضولات و حتی گیاهان تغذیه شده با کود (۳-۳-۴) FertiPlus® در بهبود شاخص‌های رشد گیاهان داشته‌اند. بطوریکه بیشترین رشد طولی اندام‌های هوایی در شرایط تنش توسط این نوع از فضولات مشاهده شده‌است. ولی فضولاتی که در اثر تغذیه از رژیم غذایی غنی از پروتئین حاصل می‌شوند موجب کاهش طول ریشه در مقایسه با گیاهان شاهد شده‌اند. در شرایط تنش‌های شوری و پرآبی، بیشترین وزن خشک در گیاهان دریافت کننده فضولات بدست آمده از رژیم غذایی دارای ۶۶ درصد کربوهیدرات، شش درصد چربی و ۲۸ درصد پروتئین گزارش شده است. این نوع از فضولات بیشترین کارایی را در شرایط تنش خشکی نیز داشته‌اند.

میکروب‌های موجود در این نوع از فضولات کارایی بهتری برای تحریک رشد گیاهان و القای تحمل به شرایط تنش را دارا بوده‌اند. در گیاهچه‌های چغندر قند هنگامی که از فضولات استریل شده استفاده شد، مقدار کلروفیل و وزن تر اندام هوایی کاهش یافته است. لوبیاهای پرورش یافته در شرایط تنش‌های غیر زنده کاهش قابل توجهی را در طول اندام هوایی نشان دادند. همچنین وزن خشک آنها در شرایط تنش‌های خشکی و پر آبی کاسته شده است (شکل ۳).

باسیلوس و سودوموناس وجود دارد که در فرایند نیتریفیکاسیون و تثبیت نیتروژن مشارکت دارند. این باکتری‌ها در چرخه نیتروژن شرکت کرده و به جذب نیتروژن توسط گیاهان کمک می‌کنند (بیه و بیدوچا، ۲۰۱۳). بررسی‌های پودا و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که در فضولات لاروهای سوسک زرد آرد بیش از ۱۵ گونه از باکتری‌های خاکزی وجود دارد که در میان آنها باکتری‌های جنس *Lactococcus* بیشترین فراوانی را دارند. در میان قارچ‌های موجود در فضولات این حشره نیز قارچ‌های جنس *Aspergillus* از فراوانی بیشتری برخوردار هستند.

تاثیر بر اسیدیته خاک

از دیگر نقش‌های فضولات حشرات بهینه‌سازی میزان اسیدیته‌ی خاک است. بررسی‌ها نشان می‌دهد مقدار نیتروژن موجود در فضولات حشرات بر pH خاک مؤثر است. بخشی از نیتروژن موجود در فضولات بصورت آمونیوم است که خاصیت اسیدی خاک را افزایش می‌دهد. هر چه میزان نیتروژن موجود در فضولات بیشتر باشد، میزان افزایش خاصیت اسیدی خاک بالاتر است. آمونیوم در خاک در طی فرایند نیتروفریکاسیون به نترات تبدیل می‌شود و یون‌های هیدروژن آزاد می‌کند. افزون بر این، نترات حاصل با یون‌های مثبت موجود در خاک مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم قابل ترکیب است و به صورت محلول از روی خاک به زیر خاک منتقل می‌شود. با حذف این یون‌ها و جایگزینی آنها با یون‌های هیدروژن خاصیت اسیدی خاک افزایش می‌یابد. برای نمونه خاک‌هایی که با فضولات لارو مگس سرباز سیاه تیمار می‌شوند، محدوده ی pH بهینه‌تری را برای رشد و نمو و فعالیت باکتری‌های مفید دارند، در نتیجه نیتروژن خاک افزایش یافته و شرایط برای جذب بیشتر آن توسط گیاهان فراهم می‌شود (چوی و حسن‌زاده، ۲۰۱۹؛ هوبن و همکاران، ۲۰۲۰).



استفاده می‌کند. کیتین و کیتوزان توانایی دفاعی گیاهان را در برابر انواع قارچ‌های بیماریزا مانند *Fusarium* *Phytophthora* *Rhizoctonia solani* *graminearum* *Botrytis cinerea* *infestans* حشرات گیاهخوار مانند *Leptinotarsa* سوسک برگ‌خوار سیب زمینی *Manduca sexta* و کرم شاخدار توتون *decemlineata* (داگلاس، ۲۰۱۸) و همچنین نماتدهای بیماریزای ریشه مانند *Meloidogyne* spp. (اسکودرو و همکاران، ۲۰۱۷) افزایش می‌دهد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که فضولات لارو مگس سرباز نه تنها عوامل بیماری‌زای گیاهان مانند قارچهای *R. solani* و *Fusarium oxysporum* را منتقل نمی‌کند بلکه عاملی برای محافظت از آنها محسوب می‌شود. از این رو افزودن آنها به خاک می‌تواند در جلوگیری از بیماری‌های قارچی ناشی از آنها کمک کند. همچنین اگر حتی این قارچها در رژیم غذایی لاروها وجود داشته باشد، فضولات تولید شده توسط آنها عاری از اسپور قارچها

فضولات نوع ۱ در اثر تغذیه لارو از رژیم غذایی دارای ۶۶ درصد کربوهیدرات، ۶ درصد چربی و ۲۸ درصد پروتئین.

فضولات نوع ۲ در اثر تغذیه لارو از رژیم غذایی دارای ۷۷ درصد کربوهیدرات، ۶ درصد چربی و ۱۸ درصد پروتئین.

فضولات نوع ۳ در اثر تغذیه لارو از رژیم غذایی دارای ۴۹ درصد کربوهیدرات، ۱۲ درصد چربی و ۳۹ درصد پروتئین.

فضولات حشرات دارای میکرو ارگانیسم‌های مفید و تنها منبع در دسترس کیتین برای گیاهان می‌باشند. کیتین پلیمری طبیعی است که در مقابله با تنش‌های زنده‌ی محیطی پپتیدهای ضد میکروبی تولید می‌کند که موجب تحریک و تقویت سیستم ایمنی گیاه می‌شود (چوی و حسن‌زاده، ۲۰۱۹). گیاه از این ترکیبات برای مقابله با دشمنان طبیعی خود مانند حشرات و عوامل بیماری‌زا

خواهد بود. در نتیجه از فضولات لاروهای مگس سرباز می‌توان با اطمینان به عنوان کود آلی استفاده نمود (چوی و حسن زاده، ۲۰۱۹).

مقایسه کود حشرات با سایر کودهای دامی

بررسی خصوصیات شیمیایی فضولات برخی حشرات مانند سوسک سیاه آرد و مگس سیاه سرباز (جدول ۱) نشان می‌دهد که آنها از نظر غلظت عناصر پرمصرفی مانند N، K و P با سایر کودهای دامی خصوصاً کود مرغی که از پتانسیل بالایی برای تقویت گیاهان برخوردار می‌باشند، قابل رقابت هستند. ولی بر خلاف کودهای معدنی، فضولات حشرات حاوی غلظت کمتری از عناصر ریزمغذی (مانند مس و روی) می‌باشند (هوبن و همکاران، ۲۰۲۰). هرچند وجود عوامل بیماریزا، حشرات، نماتدها، بذر علف‌های هرز، داشتن بوی نامطبوع و امکان انتقال بیماری‌های مشترک بین انسان و دام از معایب کودهای آلی با منشا دامی محسوب می‌شود (رضایی، ۱۳۹۲) ولی فضولات حشرات فاقد همه‌ی معایب ذکر شده هستند. از طرف دیگر میزان رطوبت فضولات حشرات کم و حدود ۱۰ درصد است که در مقایسه با فضولات بسیاری از حیوانات کمتر در معرض

آلودگی قارچی قرار می‌گیرد. همانگونه که در جدول ۵ نشان داده شده است مقدار عناصر اصلی مورد نیاز گیاهان در فضولات لارو سوسک زرد آرد از بسیاری از کودهای دامی مختلف بیشتر است. از طرف دیگر نسبت کربن به نیتروژن (C/N) آن نیز از همه‌ی کودهای دامی رایج کمتر (۹/۸۶) است. یکی از مهمترین عوامل کنترل‌کننده ماده آلی خاک، نسبت کربن به نیتروژن است. این نسبت شاخص بسیار مناسبی برای ارزیابی توان حاصلخیزی کودها است. اگر این نسبت بیشتر از ۳۰ باشد فرایند ایمبولیزه شدن، آلی شدن، بدنی شدن میکروبی، آسیمیلایون نیتروژن یا توقف معدنی شدن رخ می‌دهد. وقتی مواد آلی با نسبت C/N بیشتر از ۳۰ به خاکها افزوده می‌شوند، در ابتدای فرایند تجزیه، نیتروژن خاک به صورت ساکن در می‌آید. برای نسبت‌های بین ۲۰ و ۳۰ معمولاً ساکن شدن و آزاد شدن نیتروژن معدنی اتفاق نمی‌افتد و تعادل برقرار می‌ماند. اگر نسبت C/N کمتر از ۲۰ باشد آزاد سازی نیتروژن خالص قابل دسترس برای گیاه افزایش می‌یابد. اگر مواد آلی دارای نسبت C/N کمتر از ۲۰ باشند معمولاً در اوایل فرایند تجزیه نیتروژن معدنی آزاد می‌شود. این نسبت در خاک سطحی با محیط خود دارای تعادلی حدود ۱۰ یا ۱۲ به یک است (هاول، ۲۰۰۵).

جدول ۵- مقدار عناصر پرمصرف (درصد وزن خشک) و نسبت کربن/ نیتروژن در انواع متداول کودحیوانی و فضولات سوسک زرد آرد (رینک و همکاران، ۱۹۹۲ و لیو و همکاران، ۲۰۰۳)

عنصر	منبع کود					
	گوسفند	اسب	گاو	مرغ	کرم خاکی	سوسک زرد آرد
نیتروژن (N)	۳/۶۲	۳/۱	۲/۲۶	۳/۶۱	۱/۶	۳/۶۶
فسفر (P)	۰/۶۸	۰/۵۴	۰/۶۴	۱/۹۹	۰/۴	۱/۴۰
پتاسیم (K)	۲/۹۷	۱/۳۷	۲/۰۴	۱/۶۶	۰/۴	۱/۶۲
کربن/ نیتروژن (C / N)	۱۶	۲۵	۲۰	۱۰	۱۵/۵	۹/۸۶

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

انتظار می‌رود در آینده‌ی نزدیک تولید حشرات صنعتی در ایران همانند بسیاری از کشورها به دلیل نیاز روز افزون به یافتن منابع جایگزین پروتئین و چربی، رشد چشمگیری داشته باشد و در نتیجه تولید فضولات حشرات

نیز به تبع آن افزایش یابد. از طرف دیگر ضرورت توجه به توسعه ی کشاورزی پایدار و لزوم حفظ محیط زیست، استفاده از کود های سازگار با طبیعت از جمله فضولات حشرات را اجتناب‌ناپذیر خواهد نمود. نتایج مطالعات انجام شده در شرایط مزرعه و گلخانه نشان می‌دهد که فضولات

گیاهان محسوب می‌شوند، می‌توانند جایگزینی امیدوارکننده برای کودهای متعارف بشمار آیند. در حال حاضر مقدار تولید سالانه فضولات سوسک زرد آرد که تجاری‌ترین حشره‌ی صنعتی ایران است و بیشترین مصرف آن در تولید محصولات گلخانه‌ای خصوصاً پرورش انواع کاکتوس و ساکولنت‌ها می‌باشد، سالانه بیش از ۲۰۰ تن می‌باشد. با توجه به سیستم پرورش این حشره هزینه جمع‌آوری و بسته بندی هر تن کود می‌لورم در سال مورد بررسی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار تومان تخمین زده می‌شود که در مقایسه با کودهای آلی و شیمیایی توانایی رقابت اقتصادی را دارا خواهد بود.

حشرات از پتانسیل بسیار خوبی برای جایگزینی کامل یا جزئی با کودهای معدنی NPK برخوردار هستند. در واقع فضولات حشرات به دلیل معدنی شدن سریع و تامین عناصر پر مصرف گیاهان مانند N، P و K شباهت زیادی با کودهای NPK دارند ولی از جنبه‌ی تولید زیست توده‌ی پایدار، سازگاری با کشاورزی زیستی و نداشتن فلزات سنگین نسبت به آنها برتری دارند. از طرف دیگر صنعتی شدن تولید حشرات موجب کاهش قابل توجه هزینه‌ی پرورش آنها شده است و دستیابی اقتصادی به فضولات حشرات را که از محصولات فرعی مراکز تولید حشرات می‌باشد، را فراهم ساخته است. در نهایت فضولات حشرات علاوه بر آنکه بعنوان یک منبع پایدار برای مدیریت تغذیه

فهرست منابع

- ۱- ارباب، ع.، ۱۳۹۷. حشره‌شناسی صنعتی: جلد اول: سوسک زرد آرد (سوسک زرد آرد) *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae) آشنایی، پرورش، فرآوری و کاربردها. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. ۲۱۵ص.
- ۲- ارباب، ع.، ۱۳۹۸. مروری برامکان جایگزینی آرد حشرات با آرد ماهی درجیره غذایی آبزیان. بهره‌برداری و پرورش آبزیان، جلد ۸، شماره ۲، ۱-۱۵.
- ۳- رضایی، ح. ۱۳۹۲. مروری بر تحقیقات کاربرد کودهای دامی در اراضی کشاورزی ایران. مدیریت اراضی، جلد ۱ شماره ۱، ۵۵-۶۸.
- ۴- غلامی، ح.، صیدی، د.، رضا یزدی، ک.، اسماعیلی، ح.، افتخاری، م.، اقباله، ا.، پهلوان شریف، ا. و راهنورد ع. ۱۳۹۴. راهنمای پرورش گوسفند و بز. نشر آموزش کشاورزی، ۵۳۳ ص.
- 5- Beesigamukama, D., Mochoge, B., Korir, N., Musyoka, M.W., Fiaboe, K.K. M., Nakimbugwe, D., Khamis, F.M., Subramanian, S., Dubois, T., Ekesi, S. and Tanga, C. M. 2020. Nitrogen fertilizer equivalence of Black Soldier Fly frass fertilizer and synchrony of nitrogen mineralization for maize production. *Agronomy*, 10:1395.
- 6- Choi, Y.C., Choi, J.Y. Kim, J.G., Kim, M.S., Kim, W.T., Park, K.H., Bae, S.W. and Jeong, G.S. 2009. Potential usage of food waste as a natural fertilizer after digestion by *Hermetia illucens*(Diptera: Stratiomyidae). *International Journal of Industrial Entomology*, 19: 171-174.
- 7- Couture, J.J., and Lindroth, R.L. 2014. Atmospheric change alters frass quality of forest canopy herbivores. *Arthropod-Plant Interactions*, 8: 33-47.
- 8- Douglas, AE. 2018. Strategies for enhanced crop resistance to insect pests. *The Annual Review of Plant Biology*, 69: 637-660.
- 9- Escudero, N., Lopez-Moya, F., Ghahremani, Z., Zavala-Gonzalez, E.A., Alaguero-Cordovilla, A., Ros-Ibañez, C., Lacasa, A., Sorribas, F.J., and Lopez-Llorca, L.V. 2017. Chitosan increases tomato root colonization by *Pochonia chlamydosporia* and their combination reduces root-knot nematode damage. *Frontiers in Plant Science*, 8:1415.
- 10- Fagan, W.F., Siemann, E., Mitter, C., Denno, R.F., Huberty, A.F., Woods, A., Elser, J.J. 2002. Nitrogen in insects: Implications for trophic complexity and species diversification. *The American Naturalist*, 160: 784-802. Fielding, D.J., Trainor, E., and Zhang, M. 2012.

- Diet influences rates of carbon and nitrogen mineralization from decomposing grasshopper frass and cadavers. *Biology and Fertility of Soils* 49: 5.
- 11- Frost, C.J., and Hunter, M.D. 2007. Recycling of nitrogen in herbivore feces: Plant recovery, herbivore assimilation, soil retention, and leaching losses. *Oecologia*, 151: 42-53.
- 12- Garttling, D., Kirchner, S.M. and Schulz, H. 2020. Assessment of the N- and P-Fertilization effect of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) by-products on maize. *Journal of Insect Science*, 20: 8, 1–11.
- 13- Grace, J.R. 1986. The influence of gypsy moth on the composition and nutrient content of litter fall in a Pennsylvania oak forest. *Forest Science*, 32: 855–870.
- 14- Hollinger, D.Y. 1986. Herbivory and the cycling of nitrogen and phosphorus in isolated California oak trees. *Oecologia*, 70: 291–297.
- 15- Houben, D., Daoulas, G., Faucon, M., and Dulaurent, A.M. 2020. Potential use of mealworm frass as a fertilizer: Impact on crop growth and soil properties. *Scientific Reports*, 10: 4659.
- 16- Huis, A. van. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. In: *Annual review of entomology* 58: 563–83.
- 17- Hunter, M.D. 2001. Insect population dynamics meets ecosystem ecology: Effects of herbivory on soil nutrient dynamics. *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 77-84.
- 18- Hunter, M.D., Linnen, C.R., and Reynolds, B.C. 2003. Effects of endemic densities of canopy herbivores on nutrient dynamics along a gradient in the southern Appalachians. *Pedobiologia*, 47: 231–244.
- 19- Kagata, H. and Ohgushi, T. 2012. Positive and negative impacts of insect frass quality on soil nitrogen availability and plant growth. *Population Ecology*, 54, 75–82.
- 20- Klammssteiner, T., Turan, V., Oberegger, S., Insam, H., and Fernandez-Delgado J.M. 2019. Black soldier fly, (*Hermetia illucens*) frass as plant fertilizer. 7th International conference on sustainable solid waste management. 39-40.
- 21- Klammssteiner, T., Turan, V., Fernandez-Delgado J.M., Oberegger, S., and Insam, H. 2020. Suitability of black soldier fly frass as soil amendment and implication for organic waste hygienization. *Agronomy*. 10, 1578.
- 22- Koller, R., Rodriguez, A., Robin, C., Scheu, S., and Bonkowski, M. 2013. Protozoa enhance foraging efficiency of arbuscular mycorrhizal fungi for mineral nitrogen from organic matter in soil to the benefit of host plants. *New Phytologist*, 199: 203-211.
- 23- Kummerow, J., Alexander, J.V., Neel, J.W., and Fishbeck, K. 1978. Symbiotic nitrogen fixation in *Ceanothus* roots. *American Journal of Botany*, 65: 63-69.
- 24- Lalander, C.H., Fidjeland, J., Diener, S., Eriksson, S., and Vinnerås, B. 2014. High waste-to-biomass conversion and efficient *Salmonella* spp. reduction using black soldier fly for waste recycling". In: *Agronomy for Sustainable Development*, 35: 261–271.
- 25- Liu, H.R., Yang, Z.F., Tan, D.F., and Wu, Z.S. 2003. Study on the fertilizer efficiency of the frass of *Tenebrio molitor* L. *Journal of Quanzhou Normal University*, 21: 68–70.
- 26- Luo, H.Y., Wang, H., and Wang, Q. 2011. Effects of different application amount of yellow mealworm excrement on growth and quality of rape. *Shandong Agricultural Sciences*, 8: 75-77.
- 27- Madritch, M.D., Jordan, L.M., and Lindroth, R.L. 2007. Interactive effects of condensed tannin and cellulose additions on soil respiration. *Canadian Journal of Forest Research*, 37: 2063–2067.
- 28- Malerba, M., and Cerana, R. 2018. Recent advances of chitosan applications in plants. *Polymers*, 10: 118.
- 29- McFarlane, J.E. and ALLI, I. 1985. Volatile fatty acids of frass of certain omnivorous insects. *Journal of Chemical Ecology*, 11: 1. 59-63.
- 30- Poveda, J. Jiménez-Gómez, A., Saati-Santamaría, Z., Usategui-Martín, R., Rivas and García-Fraile, R. P. 2019. Mealworm frass as a potential biofertilizer and abiotic stress tolerance inductor in plants. *Applied Soil Ecology*, 142: 110-122.

- 31- Quilliam, R.S., Nuku-Adeku, C., Maquart, P., Little, D., Newton, R. and Murray, F. 2020. Integrating insect frass biofertilisers into sustainable peri-urban agro-food systems. *Journal of Insects as Food and Feed*. 6: 315–322.
- 32- Ray, S., Alves, P.C., Ahmad, I., Gaffoor, I., and Acevedo, F.E. 2016. Turnabout is fair play: Herbivory induced plant chitinases excreted in fall armyworm frass suppress herbivore defenses in maize. *Plant Physiol*. 171:694–706.
- 33- Reynolds, H.L., Packer, A., Bever, D., and Clay, K. 2003. Grassroots Ecology: Plant-Microbe-Soil interactions as drivers of plant community structure and dynamics. *Ecology*. 84: 9. 2281-2291.
- 34- Rynk, R., van de Kamp, M., Willson, G.B., Singley, M.E. Richard, T.L. Kolega, J.J. Gouin, R. L. Laliberty, J.R., Kay, D. Murphy, D.W. Hoitink, H.A.J. and Brinton, W.F. 1992. On-Farm composting handbook. (ed). Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, N.Y.
- 35- Sánchez, C. 2009. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnological Advance*, 27: 185-194.
- 36- Schoonhoven, L.M, Dicke, M, and van Loon, J.A.J. 2005. *Insect-Plant Biology*. Oxford Biology, New York.
- 37- Scott, W., Behie, M., and Bidochka, J. 2013. Insects as a nitrogen source for plants. *Insects*, 4: 413-424.
- 38- Van Emden, H.F. 1989. *Pest Control*. 2nd ed.; Edward Arnold Publication. London, UK, New York.
- 39- Weaver, D.K. McFarlane, J.E. and All, I. 1990. Repellency of volatile fatty acids present in frass of larval yellow mealworms, *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae), to larval conspecifics. *Journal of Chemical Ecology*, 16:585-593.
- 40- Yildirim-Aksoy, M., Eljack, R. and Beck, B.H. 2020. Nutritional value of frass from black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, in a channel catfish, *Ictalurus punctatus*, and diet. *Aquaculture Nutrition*, 26: 3. 300-309.
- 41- Zahn, NH. 2017. The effects of insect frass created by *Hermetia illucens* on spring onion growth and soil fertility. Bachelor's thesis, University of Stirling, Stirling, Great Britain.

عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در روستای ینگجه شهرستان زنجان

حسام‌الدین غلامی، احسان قلی‌فر، رسول لوایی آدریانی و جواد قاسمی^۱

استادیار، موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. hagholami@ut.ac.ir

دانش‌آموخته دکتری ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ehsan.gholifar@yahoo.com

دانش‌آموخته دکتری توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران. lavaeirasoool@ut.ac.ir

استادیار، موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

Ja.ghasemi@areeo.ac.ir

دریافت: خرداد ۱۳۹۹ و پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

استفاده از کودهای زیستی، تحت تأثیر عوامل مختلفی صورت می‌گیرد و شناسایی این ویژگی‌ها می‌تواند در پذیرش این کودها به‌وسیله کشاورزان حائز اهمیت باشد. این مطالعه کمی با هدف اصلی بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی در روستای ینگجه از توابع شهرستان زنجان انجام گرفت. جامعه آماری آن مشتمل بر تمامی کشاورزان روستای ینگجه (N=۳۱۳) بود که حجم نمونه با استفاده از فرمول یامان ۱۷۵ نفر برآورد شد و در نهایت اطلاعات مربوط به ۱۶۵ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ای که روایی صوری آن توسط پانل متخصصان تأیید شده بود جمع‌آوری شد. پایایی پرسشنامه نیز با استفاده از آلفای کرونباخ برای بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت که مقدار آن بالای ۰/۷ بود. در این مطالعه اثر دو دسته ویژگی‌های فردی کشاورزان (نگرش، دانش و کانال‌های ارتباطی) و ویژگی‌های ادراک‌شده نوآوری (سازگاری، آزمون‌پذیری، رویت‌پذیری، پیچیدگی و مزیت نسبی) بر کاربرد کودهای زیستی با استفاده از تحلیل رگرسیون لجیت دو وجهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هیچ‌یک از متغیرهای فردی اثر معنی‌داری بر کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان نداشتند؛ در حالی که ویژگی‌های نوآوری در سه بعد آزمون‌پذیری، رویت‌پذیری و پیچیدگی اثر معنی‌داری بر کاربرد این کودها دارند. در بین ویژگی‌های مورد بررسی، رویت‌پذیری دارای ضریب تأثیر بالاتری بر متغیر استفاده از کودهای زیستی در روستای ینگجه بود.

واژه‌های کلیدی: کودهای زیستی، آزمون‌پذیری، رویت‌پذیری، پیچیدگی

^۱ آدرس نویسنده مسئول: موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

مقدمه

در دهه‌های پیش رو، فشار فزاینده‌ای بر نظام تولید غذای جهانی وارد خواهد آمد و تأمین امنیت غذایی برای جمعیت رو به رشد جهان بدون تأثیر منفی بر امنیت زیست‌محیطی، کشاورزی را به چالش خواهد کشاند (کالابی - فلودی و همکاران، ۲۰۱۸). به همین دلیل، در کشورهای در حال توسعه بزرگ‌ترین چالش قرن بیست و یکم تولید و تأمین نیازهای پایه به‌ویژه غذا برای مصرف انسان از اراضی کشاورزی محدود و در دسترس، بدون تخریب منابع آب‌وخاک و استفاده حداقلی از نهاده‌های کشاورزی است که با توجه به شرایط موجود، امری بسیار مشکل و پیچیده به نظر می‌رسد (تیلگر و همکاران، ۲۰۱۶). در این میان، از بین نهاده‌های تولیدی، کودها با توجه به تأمین مواد تغذیه‌ای ضروری گیاه، به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اساسی در کشاورزی مدرن به‌شمار می‌روند (آدسمویه و همکاران، ۲۰۰۹). بر این اساس، کشاورزان به‌منظور دستیابی به محصول بیشتر و بهره‌وری حداکثری، اقدام به مصرف بی‌رویه و بدون ضابطه از کودهای شیمیایی می‌کنند که به‌تبع آن بالغ بر ۵۰ تا ۷۰ درصد از کودهای شیمیایی به‌کار رفته در طبیعت بر اثر نشت، رواناب، تبخیر و تصعید رها می‌شوند (سینگ و همکاران، ۲۰۱۷) بنابراین استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی نه‌تنها می‌تواند باعث تأثیر زیست‌محیطی پیش‌بینی نشده شود (آدسمویه و همکاران، ۲۰۰۹). اما اگرچه سهم ایران در مصرف کود شیمیایی نسبت به میانگین جهانی کم است و میزان تدارک کودهای مورد نیاز بخش کشاورزی کمتر از برآوردهای کارشناسان است، اما مساله مهم، مدیریت استفاده از کودها در کشور است که از تدارک تا توزیع و مصرف از یک بی‌برنامه‌گی رنج می‌برد و همین مسئله موجب توزیع نامناسب کودها، بدمصرفی و مشکلات محیط‌زیستی ناشی از آن شده است (مدنی‌راد، ۱۳۹۴).

از سوی دیگر، علاوه بر مسائل محیط‌زیستی و حاصلخیزی خاک، چالش‌هایی از قبیل افزایش بیماری‌های

متعدد، در نتیجه مصرف نهاده‌های شیمیایی باعث اهمیت یافتن توجه به غذاهای سالم در بین مصرف‌کنندگان شده است (حق‌جو و همکاران، ۱۳۹۰ و قربانی و همکاران، ۲۰۰۷). در شرایط حاضر، مصرف‌کنندگان نگرانی بیشتری نسبت به سلامت، کیفیت و ارزش تغذیه‌ای مواد غذایی تولید و عرضه شده در جامعه دارند (یاداو و پاتاک، ۲۰۱۶) و بخش قابل‌توجهی از آن‌ها از تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی تصمیمات خود در خرید مواد غذایی آگاهی یافته‌اند (لی و یان، ۲۰۱۵). این مسائل باعث شده است که پرداختن به مسئله پایداری به‌ویژه در عرصه کشاورزی و نظام‌های زراعی، بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد (رنجبر و کرمی، ۱۳۹۲) و در همین راستا، در دهه حاضر تقاضا برای محصولات ارگانیک افزایش یابد. در حالی که پیش از این، تولید و مصرف محصولات ارگانیک بیشتر در کشورهای توسعه‌یافته دارای جایگاه و محبوبیت لازم بود، هم‌اکنون، در کشورهای در حال توسعه نیز این محصولات به‌طور فزاینده‌ای در حال گسترش است (یاداو و پاتاک، ۲۰۱۶). بنابراین، با توجه به مجموع عوامل ذکر شده، ضروری است که بهره‌وری کشاورزی به‌منظور تأمین نیاز غذایی جمعیت جهان به‌طور معنی‌داری افزایش یابد و هم‌زمان مسائل زیست‌محیطی و سلامت غذا نیز مورد توجه قرار گیرد. نوآوری کشاورزی می‌تواند در دستیابی هم‌زمان این دو هدف یعنی افزایش تولید و حفظ محیط‌زیست مؤثر باشد (لاپل و همکاران، ۲۰۱۵).

یکی از فناوری‌های مناسب برای جایگزینی کودهای شیمیایی، کودهای زیستی است که به‌سبب ظرفیت گسترده آن‌ها در بهبود باروری خاک، افزایش محصولات کشاورزی پایدار (وو و همکاران، ۲۰۰۵) و امنیت غذایی از این قابلیت برخوردار می‌باشند و رهیافتی دوستدار محیط‌زیست برای کشاورزی پایدار تلقی می‌شوند (واندانا و همکاران، ۲۰۱۷). کودهای زیستی شامل انواع مختلف میکروارگانیسم‌هایی هستند که طی فرایندهای بیولوژیک توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را

از حالت غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس دارند و منجر به توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای می‌گردند (راجندران و دواراج، ۲۰۰۴ و چن، ۲۰۰۶). اما علی‌رغم اهمیت و نقش مهم این‌گونه کودها، متأسفانه به‌طور کلی نوآوری‌های دوستدار محیط‌زیست در بخش کود در دهه‌های اخیر پذیرش موفقی در بازار نداشته‌اند و سهم بازار بالایی پیدا نکرده‌اند (هاسلر و همکاران، ۲۰۱۷). به‌طور مشابه، در شرایط فعلی کشور نیز این کودها همچنان از اقبال عمومی برخوردار نیستند (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱). نکته قابل توجه این است که بسیاری از مسائل زیست‌محیطی، ریشه در رفتار انسان داشته که با درک رفتار او قابل حل هستند (صالحی و همکاران، ۱۳۹۶). دستیابی به پایداری در بخش کشاورزی نیز به عوامل مختلفی از جمله رفتارهای کشاورزان در بخش کشاورزی بستگی دارد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۳). در خصوص مصرف کودهای زیستی نیز به‌عنوان یک نوآوری دوستدار محیط‌زیست و پایدار این موضوع صدق می‌کند و رفتار کشاورزان، تعیین‌کننده نهایی مصرف این کودها در بخش کشاورزی است و در عین حال، رفتار آنان می‌تواند متأثر از عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی گوناگونی باشد (گلباز و همکاران، ۱۳۹۴) که بررسی و تعیین این عوامل در ترویج کودهای زیستی مؤثر است.

از نظر راجرز (۱۹۹۵) دو دسته عوامل یعنی ویژگی‌های خود نوآوری و ویژگی‌های کشاورزان بر پذیرش نوآوری‌ها مؤثر هستند. در زمینه متغیرهای مرتبط با کشاورزان، متغیرهای درونی مانند دانش، نگرش و ادراک کشاورزان نسبت به نوآوری نقش کلیدی در پذیرش نوآوری دارند اما در عین حال کم‌تر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از جمله ویژگی‌های مهم کشاورزان که در کاربرد نوآوری از جمله کودهای زیستی مؤثر است، میزان دانش کشاورزان درباره این کودهاست. دانش به اطلاعات واقعی و درک اینکه نوآوری چگونه کار می‌کند و چه دستاوردی دارد اشاره دارد (میجر و همکاران، ۲۰۱۵).

جامعه‌شناسان روستایی و جغرافی‌دانان روستایی بر این باورند که دانش کشاورزان و روابط وسیع‌تر فرهنگی و اجتماعی که این دانش در آن ریشه دارد، برای درک درگیری کشاورزان با پذیرش برنامه‌ها، فناوری‌ها و روش‌های جدید حیاتی است (هیگینز و همکاران، ۲۰۱۷). اولین گام فرآیند تصمیم‌گیری درباره پذیرش، افزایش دانش درباره نوآوری است. اطلاعات فرد درباره نوآوری پایه ادراک و نگرش افراد نسبت به فناوری است (میجر و همکاران، ۲۰۱۵). کسب اطلاعات به کشاورزان کمک می‌کند تا از وجود نوآوری و همچنین تأثیر استفاده از آن آگاه شوند که این مسئله پذیرش آن را تسهیل می‌نماید. کشاورزان تنها زمانی می‌توانند یک نوآوری را بپذیرند که از آن آگاه باشند یا درباره آن مطلبی شنیده باشند. البته داشتن دانش لزوماً باعث پذیرش نمی‌شود زیرا ممکن است دانش به ارزشیابی ذهنی منجر شود که با برداشت ارزشیابی دانشمندان یا محققان توسعه‌دهنده نوآوری متفاوت باشد. دانش همچنین ممکن است به عدم پذیرش بیانجامد. به‌عنوان مثال، زمانی که تجربه در یک گروه نسبت به پدیده‌ای کم باشد، اطلاعات بیشتر ممکن است نگرش‌های منفی نسبت به پدیده القاء کند. دلیل این مسئله شاید این باشد که اطلاعات بیشتر ممکن است به دلیل مشخص کردن مخاطرات مرتبط با نوآوری خلاء اطلاعاتی بیشتری ایجاد کند. بنابراین اطلاعات باید قابل اعتماد، هماهنگ و دقیق باشد (ام‌وانگی و کاریوکی، ۲۰۱۵).

بر خلاف دانش که به اطلاعات واقعی اشاره دارد؛ ادراک به دیدگاه‌های کشاورزان درباره نوآوری بر اساس نیازهای احساس شده و تجارب قبلی اشاره دارد که لزوماً با واقعیت هماهنگی ندارد (میجر و همکاران، ۲۰۱۵). در واقع در نظریه راجرز (۱۹۹۵) نیز هنگامی که اهمیت ویژگی‌های نوآوری به‌عنوان یک دسته عوامل تأثیرگذار بر پذیرش مطرح می‌شود، بر ادراک پذیرندگان از ویژگی‌های نوآوری تأکید می‌کنند. ویژگی‌های نوآوری یکی از سازه‌های مهم تعیین‌کننده پذیرش نوآوری است و قدرت پیش‌بینی بالایی در این زمینه دارند (ام‌وانگی و

کاریوکی، ۲۰۱۵؛ زولکپلی و کامارولزمان، ۲۰۱۵). در این راستا، راجرز پنج ویژگی مزیت نسبی، سازگاری، پیچیدگی، آزمون‌پذیری و قابل رویت بودن را در پذیرش نوآوری‌ها مؤثر می‌داند. مزیت نسبی میزان درک فرد از برتری نوآوری نسبت به ایده‌هایی است که قرار است جانشین آن شود. سازگاری عبارت است از میزان برداشت فرد از هماهنگی نوآوری با تجربه‌های موجود، گذشته و نیازهای گیرنده است. پیچیدگی شامل درک فرد از دشواری یادگیری و به‌کاربردن نوآوری است. آزمون‌پذیری امکان بررسی و آزمون نوآوری در سطحی محدود است و در نهایت، رویت‌پذیری میزان رویت بودن نتایج نوآوری برای دیگران است (راجرز، ۲۰۰۳).

دانش و ادراک درباره یک نوآوری بر روی هم، نگرش فرد را تعیین می‌کنند. از این نظر، نگرش مثبت احتمال پذیرش را افزایش می‌دهد (میجر و همکاران، ۲۰۱۵). نگرش خصیصه یا تمایلی پنهان برای واکنش به یک موضوع روانشناختی با درجاتی از مطلوبیت یا عدم مطلوبیت است. موضوع نگرش ممکن است هر جنبه‌ای از جهان فرد از جمله رفتار باشد. نگرش بیش از هر سازه روانشناختی دیگری برای پیش‌بینی و توضیح رفتار اجتماعی مورد توجه بوده است (فیشبین و آجرن، ۲۰۱۱). بر اساس مدل مشهور نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده^۲ و شکل توسعه‌یافته آن یعنی رویکرد عمل منطقی^۳ یکی از عوامل مؤثر بر پذیرش یک رفتار نگرش فرد به آن رفتار است (ریمر و همکاران، ۲۰۱۲). ترویج و آموزش و یا به عبارت کلی‌تر ارتباطات در توسعه دانش، ادراک و نگرش نسبت به نوآوری‌های کشاورزی مؤثر هستند (میجر و همکاران، ۲۰۱۵). به عبارت دیگر، کانال‌های ارتباطی کشاورزان به دلیل تأثیری که بر دانش و ادراک کشاورزان دارند بر رفتار پذیرش آنان مؤثر هستند.

بنابر آنچه گفته شد پذیرش کودهای زیستی برای افزایش پایدار بهره‌وری در کشاورزی ضروری است. با توجه به اینکه مصرف این کودها هنوز در بین

کشاورزان کشور رواج ندارد. تعیین عوامل مؤثر بر پذیرش این کودها می‌تواند از نظر عملی به افزایش مصرف آنها و در نتیجه افزایش تولیدات کشاورزی و در عین حال حفظ محیط‌زیست کمک کند. از سوی دیگر، مطالعات چندانی درباره پذیرش کودهای زیستی در کشور انجام نشده است. بنابراین این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد آنها می‌پردازد.

در ادامه برخی از مهم‌ترین تحقیقات انجام شده در ایران و دیگر کشورهای جهان ارائه شده است.

نتایج تحقیق عرب صیفی (۱۳۹۷) نشان داد که مهم‌ترین موانع به‌کارگیری کودهای بیولوژیک توسط کشاورزان شهرستان شیروان چرداول استان ایلام به ترتیب شامل موانع آموزشی ترویجی، سیاست‌گذاری، روانشناختی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی بوده است. نتایج تحقیق غلامی و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که دانش و نگرش کشاورزان نسبت به کودهای زیستی اثر معنی‌داری بر سازگاری ادراک شده آن‌ها نداشته است. بر اساس نتایج تحقیق عامریان و همکاران (۱۳۹۶) مشخص شد که دلایل بی‌توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوء مصرف کودهای شیمیایی در قالب پنج موضوع اصلی هدف از تولید، نبود ملاک تشخیص محصولات سالم یا ارگانیک از محصولات غیرارگانیک، عناصر مورد توجه در تولید محصول، عملکرد مراکز تحقیقاتی و جهاد کشاورزی پیرامون عوارض سوء مصرف بی‌رویه کود ازته در مزارع و عدم آشنایی کشاورزان با کشت ارگانیک دسته‌بندی شدند. اسحاقی و همکاران (۱۳۹۶) دریافتند که سازگاری، رویت‌پذیری، پیچیدگی و نگرش زیست‌محیطی بر بروز رفتار زیست‌محیطی روستاییان در ارتباط با فناوری‌های حفاظتی تأثیر داشته‌اند. نجفی و همکاران (۱۳۹۶) به این نتیجه رسیدند که متغیرهای قیمت کود بیولوژیک، در دسترس بودن آن، اثرگذاری سریع آن، شرکت در کلاس‌های ترویجی و نوع محصول تولیدی تأثیر معنی‌داری در استفاده از کودهای زیستی توسط کشاورزان منطقه تربت‌حیدریه داشته است. سید یعقوبی و صدیقی

2- Theory of Planned Behavior

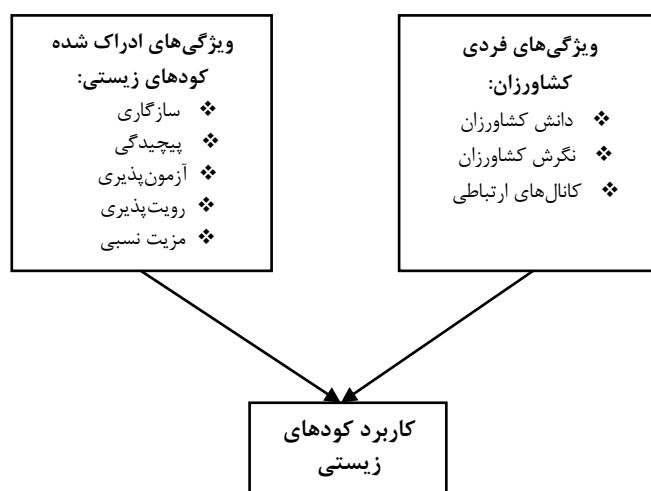
3- Reasoned Action Approach

(۱۳۹۵) دریافتند که بین دانش گندم‌کاران روستاهای دهستان آجی‌چای شهرستان تبریز و تعداد قطعات زمین‌های زراعی آنها با پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار همبستگی معنی‌دار وجود داشت. نتایج تحقیق شاه‌پسند (۱۳۹۴) نشان داد که پنج عامل آشنایی با مدیریت مصرف کودها، آشنایی با نتایج مصرف نامناسب کودها، آشنایی با کودهای شیمیایی و آلی، شناخت مراحل مدیریتی قبل از مصرف کودها و آشنایی با کودهای بیولوژیک بیشترین تأثیر را بر سطح مصرف کود در بین کشاورزان شهرستان بجنستان داشته است.

نتایج تحقیقی در کشور نپال نشان داد که شغل اصلی، اندازه مزرعه و آموزش تأثیر قابل‌توجهی بر پذیرش کودهای زیستی توسط کشاورزان داشته است و ضعف دانش کشاورزان در مورد استفاده از کود زیستی مانع اصلی پذیرش این نوع کودها بوده است (دیهاکال و همکاران، ۲۰۱۸). یافته‌های تحقیقی در کشور غنا نشان داد که سابقه کار کشاورزی، عضویت در انجمن‌ها، آگاهی و سابقه استفاده قبلی از کودهای زیستی، بیشترین تأثیر را در تمایل به پرداخت کشاورزان برای استفاده از کودهای زیستی داشته است (بانکا و همکاران، ۲۰۱۸). بر اساس نتایج پژوهشی در کشور مالزی مشخص شد که سازگاری نوآوری بر پذیرش کود سبز در بین کشاورزان شالی‌کار این کشور مؤثر بوده است (مانان و همکاران، ۲۰۱۷). یافته‌های تحقیقی در کشور هندوستان نشان داد که موفقیت و شکست توسعه کودهای زیستی در این کشور متأثر از نوآوری، تحقیق و توسعه و آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی و تشویق بخش خصوصی به‌منظور سرمایه‌گذاری در این بخش بوده است (مزید و احمد خان، ۲۰۱۴). نتایج تحقیقی دیگر در کشور هندوستان

نشان داد که چشم‌انداز کشاورزان در زمینه استفاده از کودهای زیستی، وضعیت استفاده از این نوع کودها توسط کشاورزان و تبلیغات بیشترین تأثیر را در زمینه استفاده از کودهای زیستی توسط کشاورزان داشته‌اند (میشرا و همکاران، ۲۰۱۳). یافته‌های تحقیقی در کشور تایلند نشان داد که آموزش کشاورزان، تعداد دوره‌های آموزشی برگزار شده مرتبط با کمپوست، دانش ناکافی در زمینه فناوری مرتبط، کمبود نیروی کار و مشکل بودن تولید کمپوست برنج مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تصمیمات کشاورزان در زمینه استفاده از کمپوست زمینه بوده است (سوپاپوم و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج تحقیقی دیگر نشان دهنده تأثیر عوامل اجتماعی-اقتصادی بر پذیرش کودهای زیستی در ایالت اوپو در نیجریه بوده است (آجوول، ۲۰۱۰). علاوه بر این، برخی مطالعات توصیفی در کشور هندوستان، میزان پذیرش کودهای زیستی را در مناطق خاصی بررسی کرده‌اند و به‌طور محدود بعضی از متغیرهای فردی و حرفه‌ای را در رابطه با مصرف یا پذیرش آن‌ها مورد مطالعه قرار داده‌اند (ورمانی، ۲۰۷؛ بوداک و همکاران، ۲۰۰۹؛ تالیپ و همکاران، ۲۰۱۱).

در مجموع، بررسی ادبیات تجربی مرتبط با تحقیق نشان داد که عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی در دو بعد قابل بررسی هستند. در بعد اول ویژگی‌های فردی کشاورزان (مانند دانش، نگرش و میزان بهره‌مندی از کانال‌های ارتباطی) و در بعد دوم، ویژگی‌هایی که کشاورزان از کودهای زیستی به‌عنوان یک نوآوری ادراک می‌کنند (یعنی سازگاری، آزمون‌پذیری، پیچیدگی، رویت‌پذیری و مزیت نسبی)، قابل بررسی است. در شکل (۱) مدل مفهومی تحقیق ارائه شده است.



شکل ۱- مدل مفهومی تحقیق: عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای زیستی در بین کشاورزان

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به صورت مقطعی و با رویکردی کمی در روستای ینگجه واقع در شهرستان زنجان انجام شد. در واقع، کشاورزان روستای ینگجه به طور غالب از کودهای زیستی برای تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌کردند. بنابراین، جامعه آماری این مطالعه متشکل از تمامی کشاورزان روستای ینگجه ($N=313$) بود. حجم نمونه با استفاده از فرمول یامان در سطح خطای پنج درصد برابر ۱۷۵ نفر برآورد شد که در نهایت پس از توزیع پرسشنامه‌ها، تعداد ۱۶۵ پرسشنامه جمع‌آوری شد و همین تعداد در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، برای انتخاب نمونه آماری از تکنیک نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. جمع‌آوری داده‌ها با استفاده از پرسشنامه محقق‌ساخت انجام شد. این پرسشنامه مشتمل بر متغیرهای ویژگی‌های فردی کشاورزان و ویژگی‌های کودهای زیستی (نوع نوآوری مورد استفاده) بود. سنجش همه این متغیرها در قالب طیف لیکرت پنج سطحی صورت گرفت. متغیر «کاربرد کودهای زیستی»، به عنوان متغیر وابسته تحقیق، به صورت دو وجهی و در قالب پاسخ «بله» و «خیر» اندازه‌گیری شد. روایی صوری پرسشنامه با استفاده از نظر اعضای هیئت علمی دانشگاه تهران مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی پایایی ابزار اندازه‌گیری (پرسشنامه) از دیدگاه ۳۰ نفر از اعضای جامعه مورد نظر

به صورت پیش‌آزمون بهره گرفته شد. نتایج مربوط به ضریب آلفای کرونباخ برای تعیین پایایی ابزار اندازه‌گیری حاکی از آن است که مقادیر این ضریب برای تمامی متغیرها، از میزان آستانه قابل قبول ($0/7$) بالاتر است و بدین ترتیب ابزار اندازه‌گیری از دقت لازم برای سنجش متغیرهای مورد مطالعه برخوردار بوده است (جدول ۱). برای تحلیل داده‌ها از تکنیک رگرسیون لجیت دو وجهی استفاده شد. در واقع، این تکنیک در پی تعیین ترکیب خطی ویژگی‌های فردی و ویژگی‌های ادراک‌شده کودهای زیستی در جهت تفکیک سطوح متغیر وابسته (تفکیک کشاورزان استفاده‌کننده از کودهای زیستی از سایرین) مورد استفاده قرار گرفت. بدین معنا که با تغییر در میزان هر یک از متغیرهای مستقل، شانس واقع شدن هر یک از کشاورزان در گروه استفاده‌کننده (نسبت به گروه عدم استفاده) چه تغییری می‌کند. متغیر «کاربرد کودهای زیستی» به عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرهای موجود در مدل مفهومی (شامل دانش، نگرش، کانال‌های ارتباطی، مزیت نسبی، سازگاری، پیچیدگی، آزمون‌پذیری و قابل رویت بودن) به عنوان متغیرهای مستقل وارد تحلیل شدند. از آنجا که در تحلیل رگرسیون لجیت امکان استفاده از متغیرهای مستقل در سطوح سنجش ترتیبی و فاصله‌ای به طور هم‌زمان و مجزا وجود دارد، نمره حاصل از میانگین گویه‌های مربوط به هر متغیر مستقل در تحلیل

نهایی به کار گرفته شد. لازم به ذکر است که دو وجهی بودن متغیر وابسته و عدم اطمینان از وجود نرمالیت چند متغیر در بین برخی از متغیرهای مستقل، استفاده از تکنیک رگرسیون لجیت را توجیه می کند.

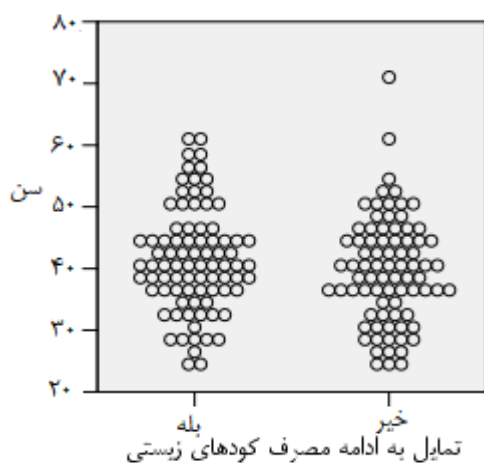
جدول ۱- مقادیر ضریب آلفای کرونباخ

متغیر اندازه گیری شده	تعداد گویه ها	ضریب آلفای کرونباخ
سازگاری ادراک شده	۶	۰/۷۴
رویت پذیری ادراک شده	۳	۰/۷۲
پیچیدگی ادراک شده	۳	۰/۷۲
آزمون پذیری ادراک شده	۲	۰/۷۰
مزیت نسبی ادراک شده	۱۱	۰/۷۴
دانش کشاورزان	۷	۰/۷۵
نگرش کشاورزان	۷	۰/۷۴
کانال های ارتباطی	۱۲	۰/۷۲

نتایج و بحث

ویژگی های توصیفی کشاورزان

بی شک، پذیرش و کاربرد یک نوآوری و نیز تمایل به تداوم کاربرد آن به عواملی مختلفی همچون سن، دانش، نگرش، میزان جهان شهری بودن و غیره بستگی دارد. کودهای زیستی نیز به عنوان یک نوآوری در بخش کشاورزی از این قاعده مستثنی نیستند. بر اساس نتایج به دست آمده از میان ۱۶۵ کشاورز مورد مطالعه، بالغ بر ۸۸ نفر (حدود ۵۴ درصد) کودهای زیستی را در فرایند تولید به کار می گرفتند. در این میان بالغ بر ۸۴ نفر (۹۵/۵ درصد) از به کارگیرندگان این کودها تمایل به ادامه مصرف داشتند و تنها چهار نفر از آنان تمایلی به ادامه مصرف نداشتند (نمودار ۱). این موضوع نشان می دهد که اغلب پذیرندگان در آینده تمایل به مصرف این کودها دارند. بر مبنای نتایج نمودار (۱)، اغلب افرادی که تمایل به ادامه استفاده از نوآوری کود زیستی داشتند در دامنه سنی ۳۵ تا ۴۵ سال قرار داشتند. در واقع می توان دریافت که سن میانسالی طیف سنی تثبیت تصمیم پذیرش و کاربرد نوآوری در جامعه مورد مطالعه بوده است. لازم به ذکر است که بر اساس اطلاعات این نمودار، کشاورزان واقع در دامنه سنی کمتر از ۳۰ و بیشتر از ۵۰ فراوانی کمتری برای ادامه مصرف کودهای زیستی داشتند.

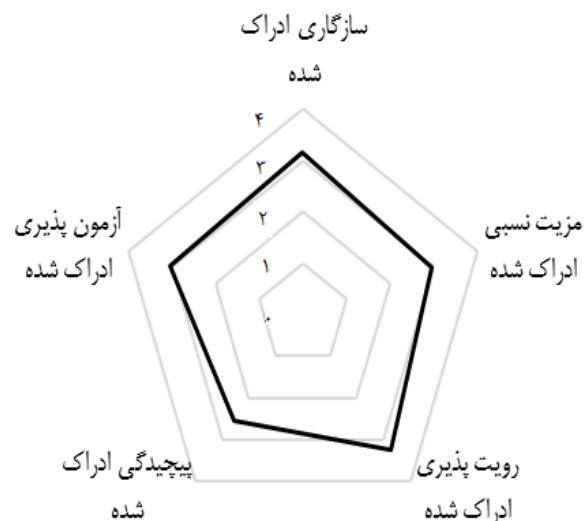


نمودار ۱- توزیع فراوانی کشاورزان بر اساس دامنه سنی و تمایل به مصرف کودهای زیستی

نتایج حاصل از بررسی نمره کل پنج ویژگی ادراک شده کودهای زیستی از نقطه نظر کشاورزان روستای ینگچه نشان داد که رویت پذیری و سازگاری به عنوان دو ویژگی کودهای زیستی دارای بیشترین نمره کل بود و ویژگی های آزمون پذیری و مزیت نسبی تا حدودی دارای نمره کل هم ارز هستند. در نهایت، بر اساس نتایج، پیچیدگی استفاده از کودهای زیستی دارای کمترین نمره کل است. به طور کلی، رویت پذیری و پیچیدگی دو ویژگی کودهای زیستی هستند که از نقطه نظر کشاورزان به ترتیب دارای بیشترین و کمترین نمرات کل بوده اند (نمودار ۲).

به متغیرهای مستقل به طور معنی داری از صفر متفاوت هستند. بنابراین مدل لجیت به دست آمده مشتمل بر متغیرهایی است که می تواند کاربرد کودهای زیستی در بین کشاورزان را توضیح دهد. از میان ویژگی های کودهای زیستی، رویت پذیری، پیچیدگی و آزمون پذیری در سطح خطای پنج درصد رابطه معنی داری با کاربرد کودهای زیستی دارند. این در حالی است که هیچ یک از متغیرهای فردی (شامل دانش، نگرش و میزان کانال های مورد استفاده) رابطه معنی داری با کاربرد کودهای زیستی ندارند. متغیر رویت پذیری با بیشترین کای اسکور دارای سهمی برابر ۲/۳۶ است. در واقع، این متغیر بیشترین سهم را در تبیین کاربرد کودهای زیستی دارد. همچنین، آزمون پذیری و پیچیدگی به عنوان دیگر ویژگی های کودهای زیستی به ترتیب دارای سهم قابل توجه در تبیین کاربرد کودهای زیستی هستند. نتایج جدول (۱) نشان می دهد مزیت نسبی و سازگاری رابطه معنی داری با کاربرد کودهای زیستی نداشته و بر این مبنا نقش چندانی در تمایز کشاورزان مصرف کننده از کشاورزانی که کودهای زیستی را مصرف نمی کنند، ندارند.

جدول (۳) ضرایب تابع لجیت مصرف کودهای زیستی را به همراه سطوح معنی داری، مقادیر نسبت برتری و عامل تورم واریانس (VIF) نشان می دهد. به طور کلی، مقادیر VIF کمتر از مقدار آستانه ای دو حاکی از استقلال متغیرهای مستقل است. بر این اساس می توان دریافت که مقادیر VIF متناظر با هر یک از متغیر مستقل کمتر از مقادیر آستانه ای دو بوده و بدین ترتیب تمامی متغیرها از شرط استقلال برای ورود به مدل لجیت برخوردارند. پیش از بررسی شدت اثر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته لازم است معنی داری روابط بین این متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. در این راستا، سطح معنی داری کمتر از پنج درصد برای ضرایب مربوط به هر متغیر مستقل بیانگر آن است که با ۹۵ درصد اطمینان ضریب مربوطه به طور معنی داری از صفر تفاوت دارد. بر این اساس، از میان هشت متغیر مستقل مورد بررسی، تنها



نمودار ۲- مقایسه نمرات کل ویژگی های ادراک شده نوآوری (کودهای زیستی) در بین کشاورزان

اثر ویژگی های فردی کشاورزان و ویژگی های کودهای زیستی بر کاربرد آنها

در این مطالعه برای بررسی اثر متغیرهای فردی و ویژگی های کودهای زیستی بر کاربرد آنها توسط کشاورزان از تکنیک رگرسیون لجیت دو وجهی با تابع پیوندی لجیت استفاده شد. در مجموع ۱۶۵ نفر از کشاورزان روستای ینگجه در شهرستان زنجان مورد مطالعه قرار گرفتند که داده های مربوط به ۱۰ نفر از آنها به دلیل واقع شدن در طیف مشاهدات غیرمعمول^۴ از فرآیند تحلیل خارج شد. به طور کلی، از میان ۱۵۵ کشاورز مورد مطالعه، ۷۴ نفر از آنان از کودهای زیستی استفاده نمی کردند و ۸۱ نفر از آنها در فرآیند تولید از کودهای زیستی بهره می گرفتند. در این مطالعه، استفاده از کودهای زیستی به عنوان پیشامد (Event) مورد توجه قرار گرفته است (جدول ۱).

نتایج جدول (۲) معنی داری رابطه میان متغیرهای مستقل را با کاربرد کودهای زیستی نشان می دهد. آماره کای اسکور مربوط به رگرسیون برابر ۱۵/۵۵ است که در سطح خطای پنج درصد معنی دار است. این موضوع نشان می دهد که شواهد کافی برای رد فرض صفر وجود دارد و بر این اساس حداقل یکی از ضرایب مربوط

متغیرهای «رویت‌پذیری»، «آزمون‌پذیری» و «پیچیدگی» در سطح خطای پنج درصد اثر معنی‌داری بر مصرف کودهای زیستی دارند. در واقع، نتایج حاکی از آن است که صرفاً برخی از ویژگی‌های کودهای زیستی قادر به پیش‌بینی شانس مصرف این کودها بوده‌اند و ویژگی‌های فردی کشاورزان هیچ‌گونه اثر معنی‌داری بر مصرف کودهای زیستی در جامعه مورد مطالعه نداشته‌اند. علامت هر یک از ضرایب، جهت رابطه بین متغیر مستقل را با سطح پیشامد از متغیر وابسته (در این مطالعه «مصرف کود زیستی») نشان می‌دهد.

از آنجا که علامت منفی ضرایب (نسبت برتری کمتر از یک) بیانگر کاهش احتمال وقوع گروه پیشامد (مصرف کودهای زیستی) در ازای افزایش متغیر مستقل است، می‌توان دریافت که با افزایش میزان پیچیدگی

ادراک‌شده کودهای زیستی، شانس مصرف این کودهای کاهش می‌یابد. در واقع، نسبت برتری مربوط به متغیر پیچیدگی نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد انحراف معیار این متغیر، شانس استفاده از کودهای زیستی (پیشامد)، حدود ۰/۵ برابر کاهش می‌یابد. در مقابل، نسبت برتری متغیر رویت‌پذیری برابر ۲/۱۶۷ است. بدین معنا که با افزایش یک واحد در انحراف معیار رویت‌پذیری، احتمال مصرف کودهای زیستی در مقایسه با عدم مصرف آن به‌طور تقریبی دو برابر افزایش می‌یابد. این موضوع برای متغیر آزمون‌پذیری نیز مصداق دارد؛ به‌طوری‌که با افزایش یک واحدی در انحراف معیار این متغیر، احتمال استفاده از کودهای زیستی نسبت به عدم مصرف آن، ۱/۸ برابر بیشتر می‌شود.

جدول ۱- فراوانی پاسخگویان بر مبنای میزان مصرف کودهای زیستی

متغیر	گروه‌ها	فراوانی
مصرف کودهای	مصرف‌کننده	۸۱ (پیشامد)
زیستی	عدم مصرف	۷۴ -
مجموع	-	۱۵۵ -

جدول ۲- سطح معنی‌داری به‌همراه سهم هر یک از متغیرهای مستقل موجود در مدل لجیت مصرف کودهای زیستی

منابع	درجه آزادی	سهم هر متغیر (درصد)	کای اسکوتر	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۸	۷/۲۵	۱۵/۵۵	۰/۰۴۹
سازگاری	۱	۰/۰۳	۰/۲۷	۰/۶۰۲
مزیت نسبی	۱	۰/۰۷	۰/۳۵	۰/۵۵۴
رویت‌پذیری	۱	۲/۳۶	۶/۵۴	۰/۰۱۱
پیچیدگی	۱	۱/۰۱	۵/۵۲	۰/۰۱۹
آزمون‌پذیری	۱	۲/۲۵	۵/۷۹	۰/۰۱۶
دانش	۱	۰/۸۵	۱/۳۷	۰/۲۴۱
نگرش	۱	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۵۴۵
کانال‌های ارتباطی	۱	۰/۳۹	۰/۸۵	۰/۳۵۸
خطا	۱۴۶	۹۲/۷۵	-	-
مجموع	۱۵۴	۱۰۰	-	-

جدول ۳- ضرایب تابع لجیت مصرف کودهای زیستی به همراه سطوح معنی داری و مقادیر نسبت برتری

متغیرها	ضریب	انحراف معیار	مقدار Z	سطح معنی داری	نسبت برتری	VIF
مقدار ثابت	۲/۱۳	۱/۸۲	۱/۱۷	۰/۲۴۲	-	-
سازگاری	-۰/۱۹۶	۰/۳۷۶	-۰/۵۲	۰/۶۰۲	۰/۸۲۲	۱/۷۳
مزیت نسبی	-۰/۲۸۹	۰/۴۸۹	-۰/۵۹	۰/۵۵۵	۰/۷۴۹	۱/۷۸
رویت پذیری	۰/۷۷۴	۰/۳۱۰	۲/۴۹	۰/۰۱۳	۲/۱۶۷	۱/۴۹
پیچیدگی	-۰/۶۶۹	۰/۲۹۰	-۲/۳۱	۰/۰۲۱	۰/۵۱۲	۱/۴۹
آزمون پذیری	۰/۶۰۶	۰/۲۵۹	۲/۳۴	۰/۰۱۹	۱/۸۳۳	۱/۵۵
دانش	-۰/۳۶۳	۰/۳۱۲	-۱/۱۶	۰/۲۴۵	۰/۶۹۵	۱/۰۹
نگرش	-۰/۲۴۶	۰/۴۰۷	-۰/۶۰	۰/۵۴۶	۰/۷۸۲	۱/۳۵
کانال های ارتباطی	-۰/۴۴۳	۰/۴۸۴	-۰/۹۲	۰/۳۶۰	۰/۶۴۲	۱/۲۴

برای بررسی میزان انحراف احتمالات پیش بینی شده از احتمالات مشاهده شده از آزمون نیکویی برازش استفاده می شود. بدین ترتیب در این بخش با استفاده از آماره های انحراف، پیرسون و هاسمر-لمشو به بررسی تطابق احتمالات پیش بینی شده با احتمالات مشاهده شده ای که توزیع دوتایی قادر به پیش بینی نیست، پرداخته شد. عدم معنی داری این آماره ها (سطح معنی داری بالاتر از پنج درصد) به معنای عدم وجود شواهد کافی برای رد فرض

برازش مدل بر داده ها است. با توجه به اینکه سطح معنی داری آماره های پیرسون و هاسمر-لمشو بالاتر از مقدار بحرانی پنج درصد است می توان دریافت که شواهد کافی برای رد فرض برازش مدل بر داده ها وجود ندارد و بدین ترتیب می توان فرض صفر مبنی بر برازش مدل بر داده ها یا همان تطابق احتمالات پیش بینی شده با احتمالات مشاهده شده را پذیرفت (جدول ۴).

جدول ۴- آزمون های نیکویی برازش مدل لجیت کاربرد کودهای زیستی

آزمون	درجه آزادی	کای اسکوتر	سطح معنی داری
انحراف	۱۴۶	۱۹۹/۰۱	۰/۰۰۲
پیرسون	۱۴۶	۱۵۲/۹۰	۰/۳۳۱
هاسمر-لمشو	۸	۱۴/۷۴	۰/۰۶۴

در مجموع، مدل لجیت استفاده از کودهای زیستی در بین کشاورزان روستای ینگجه تابعی از ویژگی های فردی کشاورزان و ویژگی های کودهای زیستی است که در قالب تابع زیر قابل پیش بینی است که

در آن X_1 = سازگاری، X_2 = مزیت نسبی، X_3 = رویت-پذیری، X_4 = پیچیدگی، X_5 = آزمون پذیری، X_6 = دانش، X_7 = نگرش، X_8 = کانال های ارتباطی و Y = کاربرد (استفاده از) کودهای زیستی است.

$$Y = 2.13 - 0.196 X_1 - 0.289 X_2 + 0.774 X_3 - 0.669 X_4 + 0.606 X_5 - 0.363 X_6 - 0.246 X_7 - 0.443 X_8$$

نتیجه گیری و پیشنهادها

یکی از دغدغه های انسان در عصر حاضر، تولید غذای سالم هم زمان با حفظ منابع آب و خاک در دسترس، است. در این میان، نوع نهاده های مصرفی یکی از عمده ترین معیارهای تأمین غذای سالم همچنین حفظ محیط زیست به شمار می رود. کودها و سموم بوم سازگار از جمله نهاده هایی قلمداد می شوند که تولید غذای سالم را

ضمن حفظ سلامت محیط زیست تضمین می نمایند. در این میان کودهای زیستی جایگاه ویژه ای در افزایش بهره وری و کاهش نگرانی های مرتبط با سلامت، کیفیت و ارزش غذایی محصولات تولید شده دارند. در نظام های کشاورزی نوین، این کودها به عنوان جایگزینی یا مکملی برای کودهای شیمیایی مطرح شده اند؛ با این حال هنوز مصرف کودهای زیستی در کشور چندان رواج ندارد.

عوامل متعددی در خصوص مصرف کودهای زیستی نقش آفرینی می‌کنند که به‌نظر می‌رسد این عوامل از سطوح فردی و نگرشی تا ویژگی‌های مربوط به کودها مانند نوع مزیت نسبی، سهولت (یا پیچیدگی) کاربرد، قابلیت رؤیت اثرات، قابلیت آزمون و سازگاری کودها با شرایط اقتصادی و اجتماعی کشاورزان متغیر باشند. بر این اساس، مطالعه حاضر به بررسی اثر توأم عوامل فردی و ویژگی‌های نوآوری بر کاربرد کودهای زیستی در روستای ینگیکه، شهرستان زنجان، پرداخت. نتایج نشان داد که هیچ‌یک از عوامل فردی (نگرش، دانش و کانال‌های ارتباطی) اثر معنی‌داری بر کاربرد کودهای زیستی (در قالب نوآوری) در روستای ینگیکه نداشتند. این در حالی است که پاره‌ای از ویژگی‌های ادراک‌شده کودهای زیستی مانند آزمون‌پذیری، رؤیت‌پذیری و پیچیدگی اثر معنی‌داری بر کاربرد این کودها داشتند.

به‌طور کلی، بر اساس نتایج به‌دست آمده از مطالعه، دانش کشاورزان در خصوص کودهای زیستی اثر معنی‌داری بر کاربرد آن‌ها نداشتند. این در حالی است که برخی مطالعات (دیهاکال و همکاران، ۲۰۱۸؛ سوپاپوم و همکاران، ۲۰۱۳؛ شاهپسند، ۲۰۱۶) اثر دانش و آگاهی را بر استفاده از فناوری‌های بوم‌سازگار، نظیر کودهای زیستی مورد تأیید قرار داده‌اند. به‌طور کلی، برخورداری از دانش در حوزه‌های چిستی، چیرایی و چگونگی (راجرز، ۱۹۹۵) می‌تواند بر مصرف کودهای زیستی اهمیت به‌سزایی داشته باشد. در واقع، اینکه کشاورزان بدانند کودهایی زیستی کدامند و چه برندهایی از آن‌ها در بازار موجود است، چرا باید از آن‌ها استفاده کرد و اثرات ناشی از مصرف آن‌ها چیست و در نهایت طریقه مصرف، نگهداری و انبارداری آن‌ها چگونه است، می‌تواند تسهیل‌کننده کاربرد آن‌ها باشد. بر خلاف انتظار، کشاورزان مورد مطالعه در روستای ینگیکه اثر دانش را بر مصرف کودهای زیستی چشمگیر قلمداد نکرده‌اند. یکی از دلایل احتمالی در خصوص چنین موضوعی را می‌توان این‌گونه بیان داشت که کودهای زیستی توسط بیش از نیمی از کشاورزان مورد

مطالعه به‌طور واقعی مورد استفاده قرار می‌گرفته است و بدین ترتیب دانش آن‌ها در خصوص چيستی، چیرایی و چگونگی کاربرد این کودها شکل گرفته است و نیز به دلیل نقش ارتباطات چهره به چهره در نظام روستایی، می‌توان دریافت که دانش مربوط به طریقه استفاده، انبارداری و غیره از طریق روابط چهره به چهره و طی پدیده مجاورت قابل انتقال بوده است. بدین ترتیب برخورداری از دانش لازم در خصوص کاربرد کودهای زیستی به‌عنوان عامل قابل توجه مدنظر قرار نگرفته است.

این موضوع در خصوص نگرش و کانال‌های ارتباطی نیز مصداق دارد. در واقع با توجه به یافته‌های توصیفی حاصل از مطالعه مشخص شد که از میان کشاورزانی که کودهای زیستی را در فرآیند تولید به‌کار می‌گرفته‌اند کمتر از پنج درصد از آن‌ها تمایلی به ادامه مصرف نداشته‌اند. بدین معنا که با توجه به چشمگیر بودن تعداد کشاورزانی که تمایل به مصرف کودهای زیستی دارند می‌توان دریافت که مقوله نگرش نسبت به این کودهای و آثار ادراک‌شده آن‌ها توسط کشاورزان نمی‌تواند عامل تعیین‌کننده‌ای در خصوص کاربرد کودها قلمداد شود و نقش این عامل اگرچه به‌عنوان یک ویژگی فردی مطرح است؛ اما چشمگیر نیست. در این راستا پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران در مطالعات آتی اثرات دانش و نگرش را در سه حوزه چيستی کودهای زیستی، چیرایی و چگونگی مصرف مورد بررسی قرار دهند تا مشخص شود، ابعاد مختلف دانش و نگرش چه تأثیری بر مقوله مصرف این کودها دارد.

همان‌گونه که نتایج نشان داد، رویت‌پذیری ادراک‌شده اثر مثبت و معنی‌داری بر کاربرد کودهای زیستی دارد. در واقع، این متغیر دارای بیشترین نسبت برتری بوده و در مقایسه با سایر متغیرهای معنی‌دار (پیچیدگی و آزمون‌پذیری) دارای اثر بیشتری بر کاربرد این کودها توسط کشاورزان دارد. تأثیر رویت‌پذیری بر مصرف کودهای زیستی در مطالعات نجفی و همکاران (۱۳۹۶) مورد تأیید قرار گرفته است. رویت‌پذیری بر

ویژگی از طریق مقایسه این کودها با کودهای شیمیایی بررسی می‌شود. چنین مقایسه‌ای به وسیله بررسی میزان سهولت استفاده از کودهای شیمیایی (محدودیت کمتر در روش‌های مصرف و عدم نیاز به مهارت‌های خاص) در مقایسه با کودهای زیستی انجام می‌گیرد. بر این اساس، به نظر می‌رسد توسعه و ترویج استفاده از کودهای زیستی و سایر نوآوری‌های بخش کشاورزی می‌بایست از طریق رهیافت‌های بصری و تطبیقی انجام گیرد.

پیشنهادهای ترویجی

ترویج استفاده از کودهای زیستی در سایر مناطق روستایی بر تمهیداتی پایه‌ریزی شود که طی آن کشاورز بتواند نتایج مطلوب استفاده از کودهای زیستی را در اندک زمان مشاهده نماید و از نظر عقلایی به تخصیص بهینه این نهاده در فرآیند تولید تمایل پیدا کند. بدین منظور لازم است از رهیافت‌های آموزشی مرسوم در نظام ترویج مانند مزارع نمایشی و سایت‌های الگویی استفاده شود.

در پیاده‌سازی مزارع نمایشی، نتایج دو شیوه مصرف کود زیستی و شیمیایی نمایش داده شود تا ضمن حصول به عینیت‌پذیری اثرات، میزان سهولت استفاده از کودهای زیستی نیز برای کشاورزان به نمایش گذاشته شود. با توجه به اثر معنی‌داری آزمون‌پذیری ادراک‌شده بر مصرف کودهای زیستی، این شیوه از رهیافت ترویجی اهمیت قابل‌توجهی دارد. این رهیافت کمک می‌کند تا کشاورزان از قابلیت آزمون مصرف کودهای زیستی در مقیاس اندک اطمینان حاصل کنند و بدین ترتیب خودشان در خلال فرآیند تولید دست به آزمون و خطا بزنند و به نتایج مطلوب‌تری دست یابند.

ارزیابی درک‌شده کشاورزان از میزان قابل مشاهده بودن کیفیت و کمیت محصولات تولید شده در اثر مصرف کودهای زیستی و نیز تأثیر این کودها بر حفاظت از منابع آب‌و خاک اشاره دارد. بر این اساس، می‌توان دریافت که توجه به میزان عینیت‌گرایی (قابل رویت بودن) نوآوری‌های بخش کشاورزی، نقش بسزایی در خصوص اشاعه و ترویج استفاده از آن‌ها دارد. کشاورزان مورد مطالعه کودهای زیستی را در گرو میزان قابلیت مشاهده اثرات و پیامدهای مثبت (مانند افزایش کمی و کیفی محصولات) مصرف می‌کنند. این موضوع ارتباط تنگاتنگی با تصمیم‌گیری عقلایی کشاورزان در خصوص تخصیص نهاده‌های تولید دارد. در واقع، کشاورزان از طریق مشاهده‌پذیر بودن پیامدهای مصرف نهاده‌ها تصمیم به تخصیص عقلایی آنها در فرآیند تولید می‌گیرند و بدین ترتیب اگر ارزیابی آن‌ها قابلیت رؤیت پیامدهای مصرف کودهای زیستی به نتایج مطلوب نرسد، ممکن است استفاده از کودهای شیمیایی را ترجیح دهند.

بر اساس نتایج، پیچیدگی و آزمون‌پذیری ادراک‌شده کودهای زیستی بر کاربرد این کودها به‌طور معنی‌داری اثر دارند. پیچیدگی، اثر منفی بر کاربرد کودها دارد؛ بدین معنا که هر اندازه کشاورزان تصور پیچیده‌تری از کاربرد کودهای زیستی داشته باشند، تمایل کمتری به مصرف آنها دارند. پیچیدگی ادراک‌شده معطوف به تنوع روش‌های استفاده از کودهای زیستی و برخورداری از مهارت‌های خاص جهت به‌کارگیری این کودهاست. در واقع، درک کشاورزان از محدودیت روش‌های استفاده از کودهای زیستی (به‌صورت مایع یا جامد و در مراحل مختلف تولید) و نیز تصور از نیازمندی به مهارت‌های خاص جهت استفاده از این کودها سبب شده تا استفاده از کودهای زیستی تحت تأثیر پیچیدگی‌های درک‌شده کشاورزان مورد مطالعه قرار گیرد. به نظر می‌رسد این

فهرست منابع

۱. اسحاقی، س.ر.، ی. حجازی.، ا. رضوانفر و ا. علم‌بیگی. ۱۳۹۶. تحلیل لجیت اثرات ابعاد نوآوری و نگرش بر رفتار زیست‌محیطی روستاییان استان اردبیل در ارتباط با فناوری‌های حفاظتی. فصلنامه تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۸(۱): ۷۹-۹۲.
۲. اسدی رحمانی، ه.، ک. خاوازی.، ا. اصغرزاده.، ف. رجالی و م. افشاری. ۱۳۹۱. کودهای زیستی در ایران: فرصت‌ها و چالش‌ها. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۶(۱): ۷۷-۸۷.
۳. افشاری، ز.، ک. رضایی مقدم و ع. آجیلی. ۱۳۹۳. تحلیل عوامل مؤثر بر رفتارهای پایداری پنبه‌کاران: مورد مطالعه استان اصفهان. علوم ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۰(۲): ۱۳۷-۱۵۱.
۴. حق‌جو، م.، ب. حیاتی.، ر. محمدرضایی.، ا. پیش‌بهار و ق. دشتی. ۱۳۹۰. عوامل مؤثر بر تمایل به پرداخت نرخ افزوده بالقوه مصرف‌کنندگان برای محصولات غذایی سالم (مطالعه موردی: کارکنان سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی). دانش کشاورزی و تولید پایدار (دانش کشاورزی)، ۲۱(۳): ۱۰۵-۱۱۷.
۵. رنجبر، ز و کرمی، ع. ۱۳۹۲. برنامه‌های آموزشی - ترویجی و رابطه آن با میزان پایداری نظام‌های زراعی مورد مطالعه: گندم‌کاران شهرستان کرمانشاه. علوم ترویج و آموزش کشاورزی، ۹(۱): ۱-۱۴.
۶. سیدیعقوبی، ن و ح. صدیقی. ۱۳۹۵. بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش روش‌های کشاورزی پایدار از دیدگاه گندمکاران (مورد مطالعه: روستاهای دهستان آجی‌چای شهرستان تبریز). فصلنامه تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۷(۱): ۱۳-۲۱.
۷. شاه‌پسند، م. ۱۳۹۴. بررسی رابطه بین دانش فنی کشاورزان با سطح به‌کارگیری کود: مورد مطالعه کشاورزان شهرستان بجنستان. فصلنامه تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۴۶(۴): ۷۴۹-۷۶۳.
۸. صالحی، س.، م. چیدری.، ح. صدیقی و م. بیژنی. ۱۳۹۶. تأثیر باورهای زیست‌محیطی بر رفتار پایدار کشاورزان استان فارس در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی. علوم ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۳(۱): ۱۷۵-۱۹۳.
۹. عامریان، م.، ل. علی محمدیان و ا. ملک حسینی. ۱۳۹۶. ارزیابی دلایل بی‌توجهی و غفلت کشاورزان از عوارض سوء مصرف کودهای شیمیایی (به‌ویژه کود ازته) به‌روش بحث متمرکز گروهی. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۹(۴): ۳۵-۴۶.
۱۰. عرب صیفی، م.، م. امیدی نجف‌آبادی و ع. پورسعید. ۱۳۹۷. موانع به‌کارگیری کودهای بیولوژیک از دیدگاه کشاورزان استان ایلام (مطالعه موردی: شهرستان شیروان چرداول). فصلنامه پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۱۱(۲): ۱-۸.
۱۱. غلامی، ح.، ر. لوایی آدریانی و م. تفویضی. ۱۳۹۶. بررسی عوامل مؤثر بر سازگاری ادراک شده کاربرد کودهای زیستی توسط کشاورزان در شهرستان زنجان. راهبردهای توسعه روستایی، ۴(۱): ۷۶-۹۰.
۱۲. گل‌باز، ش و ا. کرمی دهکردی. ۱۳۹۴. تحلیل ویژگی‌های نوآورانه اصلاح و بهبود باغ‌های انگور و تأثیر آن بر پذیرش در شهرستان خرمدره. مجله پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۸(۲): ۱-۲۰.
۱۳. مدنی‌راد، م. ۱۳۹۴. تحولات بازار نهاده‌ها در بخش کشاورزی ایران (کود شیمیایی). تهران: وزارت جهاد کشاورزی، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.

۱۴. نجفی، م.، ت. محتشمی و م. طوسی. ۱۳۹۶. بررسی عوامل مؤثر بر کاربرد کودهای بیولوژیکی توسط کشاورزان: مطالعه موردی منطقه تربت حیدریه، دومین همایش بین‌المللی افق‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست. تهران، انجمن افق نوین علم و فناوری.
15. Adesemoye, A.O., H.A. Torbert., and J.W. Kloepper. 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. *Microbial ecology*. 58(4): 921-929.
16. Ajewole, O.C. 2010. Farmers' response to adoption of commercially available organic fertilizers in Oyo state, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*. 5(18): 2497-2503.
17. Banka, M., R. Aidoo., R.C. Abaidoo., S.C. Fialor., and C. Masso. 2018. Willingness to pay for biofertilizers among grain legume farmers in northern Ghana. *Journal of Scientific Research & Reports*. 19(1): 1-13.
18. Bodake, H.D., S.P. Gaikwad., and L.B. Kalantri. 2009. Study of adoption level of bio-fertilizers by the farmers. *Agriculture Update*. 4(1/2): 211-213.
19. Calabi-Floody, M., J. Medina., C. Rumpel., L.M. Condron., M. Hernandez., M. Dumont., and M. Dela Luz Mora. 2018. Smart fertilizers as a strategy for sustainable agriculture. *Advances in Agronomy*. 147: 119-157.
20. Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility, *International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use*. October, 16-20. Thailand. 2006.
21. Dhakal, P., S. Devkota., and R.H. Timilsina. 2018. Factors affecting the adoption of biofertilizers in Chitwan District, Nepal. *Journal of Pharmacognosy and Photochemistry*. 7(1): 3050-3054.
22. Fishbein, M., and I. Ajzen. 2011. *Predicting and changing behavior: The reasoned action approach*. Psychology Press.
23. Ghorbani, M., H. Mahmoudi., and H. Liaghati. 2007. Consumers' demands and preferences for organic food, a survey study in Mashhad, Iran, the 3rd QLIF Congress: Improving Sustainability in organic and low input food production system, University of Hohenheim, Germany, March 20-23.
24. Hasler, K., H.W. Olf., O. Omta., and S. Bröring. 2017. Drivers for the Adoption of Different Eco-Innovation Types in the Fertilizer Sector: A Review. *Sustainability*. 9(12): 2216.
25. Higgins, V., M. Bryant., A. Howell., and J. Battersby. 2017. Ordering adoption: Materiality, knowledge and farmer engagement with precision agriculture technologies. *Journal of Rural Studies*. 55: 193-202.
26. Läpple, D., A. Renwick., and F. Thorne. 2015. Measuring and understanding the drivers of agricultural innovation: Evidence from Ireland. *Food Policy*. 51: 1-8.
27. Lee, H.J., and Z.S. Yun. 2015. Consumers' perceptions of organic food attributes and cognitive and affective attitudes as determinants of their purchase intentions toward organic food. *Food quality and preference*. 39: 259-267.
28. Mannan, S.N., M.D. Shahrina., and S. Rafik-Galea. 2017. Innovation Diffusion Attributes as Predictors to Adoption of Green Fertilizer Technology among Paddy Farmers in Perak State. *Global Business and Management Research*. 9: 162-170.
29. Mazid, M., and T. Ahmed Khan. 2014. Future of Bio-fertilizers in Indian agriculture: An overview. *International Journal of Agricultural and Food Research*. 3(3): 10-23.
30. Meijer, S.S., D. Catacutan. O.C. Ajayi., G.W. Sileshi., and M. Nieuwenhuis., 2015. The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 13(1): 40-54.

31. Mishra, N., M. Hussain., S.M.F. Ali Khan. and F. Masmali. 2013. Promotional Strategy for Biofertilizers in Tarai Region of State Uttarakhand, India. *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*. 2(2): 38-45.
32. Mwangi, M., and S. Kariuki. 2015. Factors determining adoption of new agricultural technology by smallholder farmers in developing countries. *Journal of Economics and sustainable development*. 6(5): 208-216.
33. Rajendran, K., and P. Devaraj. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarinaequisetifolia* inoculated with biofertilizers in farmland. *Biomass Bioenerg*. 26: 235-49.
34. Reimer, A.P., D.K. Weinkauff., and L.S. Prokopy. 2012. The influence of perceptions of practice characteristics: An examination of agricultural best management practice adoption in two Indiana watersheds. *Journal of Rural Studies*. 28(1): 118-128.
35. Rogers, E.M. 2003. *Diffusion of innovations*, Free Press, a Division of Simon & Schuster, Inc., New York.
36. Singh, R.P., S. Kumar., M. Sainger., P.A. Sainger., and D. Barnawal. 2017. Eco-friendly nitrogen fertilizers for sustainable agriculture, *Adaptive Soil Management: From Theory to Practices*, Pp: 227-246. Springer, Singapore.
37. Supaporn, P., T. Kobayashi., and C. Supawadee. 2013. Factors affecting farmers' decisions on utilization of rice straw compost in Northeastern Thailand. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 114(1): 21-27.
38. Talape, Y.L., S.M. Kale., V.H. Gawande., and L.D. Nagalwade. 2011. Adoption of farmers towards biofertilizers and its determinants in Nagpur district. *Journal of Soils and Crops*. 21(1): 113-115.
39. Thilagar, G., D.J. Bagyaraj., and M.S. Rao. 2016. Selected microbial consortia developed for chilly reduces application of chemical fertilizers by 50% under field conditions. *Scientia horticulturae*. 198: 27-35.
40. Vandana, U., C. Kumar., B.S. Ankita., and P.B. Mazumder. 2017. Microbial Biofertilizer: A Potential Tool for Sustainable Agriculture. *Microorganisms for Green Revolution*. 6: 25-52.
41. Vermani, S. 2007. Knowledge and adoption of bio-fertilizers in horticultural and other crops in rural communities of Haryana. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*. 36(1/2): 86-88.
42. Wu, S.C., Z.H. Cao., Z.G. Li., K.C. Cheung., and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizes and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*. 125: 155-166.
43. Yadav, R., and G.S. Pathak. 2016. Intention to purchase organic food among young consumers: Evidences from a developing nation. *Appetite*. 96: 122-128.
44. Zolkepli, I.A., and Y. Kamarulzaman. 2015. Social media adoption: The role of media needs and innovation characteristics. *Computers in Human Behavior*. 43: 189-209.

بررسی کیفیت پساب منطقه شمال شرق اصفهان به منظور کاربری کشاورزی

حمیدرضا رحمانی^۱ و بهمن زمانی کبرآبادی

استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان،

ایران. rahmani.hrhr@gmail.com

دانش‌آموخته دکترای تخصصی علوم جنگل گرایش جنگل شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

zamanikebrabadi67@gmail.com

دریافت: اسفند ۱۳۹۸ و پذیرش: تیر ۱۴۰۰

چکیده

استان اصفهان با دارا بودن صنایع بزرگ به عنوان یکی از استان‌های صنعتی با مشکل کم‌آبی مواجه است. بنابراین لزوم بررسی پساب‌های صنایع و استفاده از آن در کشاورزی به طور جدی مطرح است. هدف از این مطالعه بررسی کیفیت پساب حاصل از صنایع شمال شرق اصفهان برای استفاده در کشاورزی می‌باشد. مطالعه حاضر یک پژوهش توصیفی مقطعی است که در آن از مقادیر متوسط نتایج حاصل از نمونه‌برداری و آزمایشات انجام گرفته بر روی پساب خروجی صنایع استفاده شده است. مقادیر متوسط ویژگی‌های pH، TSS، COD، BOD، کدورت، چربی، روغن، پاک‌کننده‌ها، کلیفرم کل و مدفوعی و همچنین غلظت عناصر سنگین آهن، روی، سرب، کادمیوم، کبالت، کروم، مس، وانادیم، نقره، منگنز، نیکل و تعداد کلیفرم کل و مدفوعی در نمونه‌ها با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست مقایسه و تحلیل گردید. نتایج نشان داد پارامترهای کیفی pH، TSS، COD، BOD و کدورت از حد مجاز بیشتر نبود. همچنین مقادیر کلیفرم کل، روغن و چربی، پاک‌کننده‌ها و فلزات سنگین کادمیوم، مس، وانادیم و کبالت در مقایسه با استاندارد محیط‌زیست، در برخی نمونه‌ها از حدود مجاز فراتر بود. در مجموع، پساب‌های مورد بررسی دارای محدودیت‌هایی است که برای استفاده در کشاورزی نیازمند رفع آنها است.

واژه‌های کلیدی: کادمیوم، کلیفرم کل، نرخ مصرف اکسیژن، اسیدیته

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

مقدمه

امروزه مسئله کمبود آب و تخریب محیط زیست به عنوان یکی از بزرگترین مشکلات جوامع بشری مطرح می‌باشد. مهم‌ترین دلایل کمبود آب افزایش جمعیت، ارتقاء سطح زندگی، تغییرات اقلیمی و عدم مدیریت صحیح منابع آب می‌باشد. در این شرایط تصفیه و باز چرخش فاضلاب-ها مهمترین راهکار در توسعه مدیریت منابع آب می‌باشد که می‌تواند نقش مهمی در رابطه با مشکلات کم آبی ایفا نماید (مارولاکوس، ۲۰۰۷). یکی از آلودگی‌های مهم در کلیه فعالیت‌های صنعتی و از جمله نیروگاه‌های برق، فاضلاب-های صنعتی است که ضروری است به طور اصولی کنترل و مدیریت شوند تا علاوه بر جلوگیری از اثرات سوء آن، در مصرف منابع محدود آبی کشور نیز صرفه جویی شود (بدری و همکاران، ۲۰۱۳). استفاده مجدد آب بهترین پروژه‌های استفاده مجدد از نظر امکان‌پذیری اقتصادی و مقبولیت عمومی آنهایی هستند که آب تصفیه شده را در مصارف آبیاری و صنعتی با آب آشامیدنی جایگزین نموده اند. مزایای عمده این جایگزینی، ذخیره و حفظ منابع آب و کاهش آلودگی بوده است (آسونو و کاتروب، ۲۰۰۴). هدف کلی از استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی، بهینه‌سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین و استفاده منطقی از منابع آب شیرین است.

بسیاری از کشورهای در حال توسعه قادر به کارگیری برنامه‌های جامع تصفیه فاضلاب نمی‌باشند. میلیون‌ها کشاورز در این مناطق در اطراف شهرها با استفاده از فاضلاب یا آب‌های آلوده به فاضلاب کشاورزی نموده و اغلب جایگزینی برای آبیاری با فاضلاب ندارند. اجزای زیان‌آور در فاضلاب می‌تواند برای سلامتی و کیفیت محیط‌زیست تهدیدکننده باشند. بنابراین مدیریت ریسک و راه‌حل‌های میانی برای پیشگیری از اثرات مضر آبیاری با فاضلاب ضروری است. ترکیبی از اقدامات کنترلی شامل کنترل در منبع تولید، کنترل در سطح مزرعه و اقدامات بعد از برداشت محصول برای حفاظت کشاورزان و مصرف

کنندگان محصولات می‌تواند بکار رود (کوادر و همکاران، ۲۰۱۰).

مهرآوران و همکاران (۱۳۹۴)، امکان استفاده از پساب خروجی تصفیه‌خانه پرکندآباد- مشهد در آبیاری را با توجه به اثرات زیست‌محیطی آن مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه شاخص‌های کیفی پساب شامل BOD_5 ، COD، جامدات کل، روی، مس، کروم در فاضلاب ورودی و خروجی مورد ارزیابی قرار گرفت. راندمان حذف آلاینده در فرآیند تصفیه به ترتیب $77/83\%$ جامدات کل، $76/67\%$ BOD_5 و $74/34\%$ COD بود و با توجه به استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست، پساب خروجی قابلیت استفاده برای مصارف آبیاری در کشاورزی را دارد.

حاتمی و همکاران (۱۳۹۷)، امکان استفاده از پساب خروجی فرآیند هوادهی گسترده تصفیه فاضلاب شهر بجنورد جهت مصارف کشاورزی و آبیاری را سنجش نمودند. راندمان حذف فرآیند هوادهی گسترده برای BOD_5 ، COD به ترتیب 88% و 89% و برای جامدات کل بیش از 85% بود. بر اساس نتایج، پساب این تصفیه‌خانه به علت بالا بودن غلظت کلراید برای آبیاری گیاهان حساس مطلوب نمی‌باشد. همچنین این پساب برای تغذیه آب‌های زیر زمینی پیشنهاد نشد و استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر تصفیه جهت رسیدن به سزوح استاندارد توصیه گردید.

آلوییدی (۲۰۱۰)، با تحلیل نمودار هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم نمونه پساب تصفیه‌خانه شهر بغداد، پساب این تصفیه‌خانه را در محدوده مناسب و بدون مخاطره برای آبیاری اراضی کشاورزی شناسایی کردند. اگرچه بعثت غلظت بالای کلراید، محدودیت با درجه نسبی اندک تا متوسط برای آبیاری اراضی وجود داشت که به توصیه نویسنده نیازمند توجه در مدیریت روش تصفیه و آبیاری قرار بگیرد.

علی آل کاشمن (۲۰۱۳)، پساب تصفیه‌خانه جنوب اردن به منظور استفاده مجدد جهت آبیاری مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه دما، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، اسیدیته، کاتیون‌ها (کلسیم، منیزیم، سدیم

و پتاسیم)، آنیون‌ها (کلر، نیترات، کربنات، سولفات و فسفات) و عناصر سنگین (بور، آهن، مس، کادمیوم، کروم، سرب، روی و منگنز) اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج بدست آمده به علت مخاطرات شوری و سدیم برای استفاده انسانی مطلوب نبوده اما به خاطر داشتن غلظت کم فلزات سنگین در مقایسه با استانداردهای جهانی سازمان بهداشت و همچنین داشتن هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم مناسب، برای مصارف آبیاری پیشنهاد شد.

بورازانیس و کرکیدس (۲۰۱۵)، کیفیت پساب تصفیه‌خانه Sparta- یونان را با هدف منبع آب جهت آبیاری بر اساس استانداردهای زیست‌محیطی یونان در طول دو سال ارزیابی نمودند. پساب مورد نظر از دیدگاه خطر افزایش شوری در گروه خطر بالا و برای یون کلر در گروه کم تا متوسط گروه‌بندی شد. مطابق با استانداردهای زیست‌محیطی، بر اساس پارامترهای جامدات کل و BOD₅ برای استفاده غیرمستقیم مناسب و برای آبیاری بصورت محدود مناسب ارزیابی شد.

لزوم حفاظت از محیط زیست، اصل غیر قابل تردیدی است که در جهان امروز مورد پذیرش عام بوده و این ضرورت به موازات رشد صنایع و تکنولوژی و به دنبال آن بروز آلودگی‌ها اهمیت بیشتری پیدا کرده است. رشد ناموزون صنایع کشور در سال‌های اخیر و ادامه روند فعلی، اکوسیستم‌های محیط زیست را تحت تاثیر قرار داده و می‌دهد. لذا نگاهی چند بعدی و جلوگیری از فعالیت‌های اقتصادی که بر مبنای بهره‌کشی مطلق از طبیعت شکل گرفته‌اند و هدایت فعالیت‌های صنعتی به گونه‌ای که کمترین آسیب و زیان را بر محیط‌زیست داشته باشد، ضرورت دارد (یواس، ای پی آ، ۲۰۰۴). نتایج عابدی و باقری (۱۳۸۰) در کاربرد فاضلاب تصفیه نشده در دشت برخوار اصفهان نشان داد غلظت فلزات سنگین به استثناء کبالت کمتر از حدود استاندارد مصارف کشاورزی می‌باشد. استفاده از پساب نیروگاه مورد مطالعه جهت کاربری کشاورزی در زمین‌های اطراف نیروگاه به منظور تامین نیازهای روز افزون آب امر مهمی تلقی می‌شود؛ لیکن به منظور جلوگیری از

تهدید بهداشت عمومی و صدمه به محیط زیست از قبیل آلوده شدن خاک، ورود آلاینده‌ها به منابع آب و آلودگی محصولات کشاورزی لازم است استفاده مجدد بصورت برنامه‌ریزی شده و مدبرانه همراه با کنترل کیفی پساب در مبدا صورت گیرد. در حال حاضر در این پژوهش به بررسی و امکان استفاده مجدد از پساب منطقه شمال شرق اصفهان در کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی بوده و نمونه- برداری از پساب منطقه شمال شرق اصفهان (شامل نیروگاه شهید منتظری (۳۲/۷۲) درجه جنوبی و ۵۱/۴۹ درجه غربی، پالایشگاه (۳۲/۷۷) درجه جنوبی و ۵۱/۴۹ درجه غربی) از دو فاز یک و دو و همچنین فاز ترکیبی یک و دو و بخش احیاء پساب در چهار نوبت در طول دو ماه انجام گرفت. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه بخش آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان منتقل شدند. نمونه‌های آزمایشات میکربی در ظروف استریل برداشت و در دمای چهار درجه سانتی گراد منتقل گردیدند. نمونه‌های آزمایش فلزات سنگین با افزودن اسید نیتریک و رساندن pH به زیر دو به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین نمونه‌های آزمایش COD با افزودن اسید سولفوریک و رساندن pH به زیر دو به آزمایشگاه منتقل شدند. برخی ویژگی‌ها از قبیل اکسیژن محلول، دما و pH تعیین شدند. کلیه آزمایشات بر اساس روش‌های توصیه شده در کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵ AWWA, WEF (APHA, 2005) انجام گرفت. برای تعیین خطرات بهداشتی شاخص‌های میکربی (کلیفرم‌های کل و مدفوعی) و ۱۱ فلز سنگین مهم شامل: کادمیوم (Cd)، آرسنیک (As)، کبالت (Co)، وانادیم (V)، روی (Zn)، جیوه (Hg)، آهن (Fe)، منگنز (Mn)، نیکل (Ni)، سرب (Pb)، کروم (Cr) و مس (Cu) توسط دستگاه جذب اتمی مدل (AA-670) به روش کوره گرافیتی ارزیابی شد (ایاتون و همکاران، ۱۹۹۵). برای تعیین میزان مواد آلی پساب پارامترهای BOD₅ (با استفاده از دستگاه BOD متر دیجیتالی، مدل AQUA LYTIC) با

نتایج و بحث

استانداردهای مختلفی به منظور استفاده از پساب در زمینه‌های مختلف توسط سازمان‌های بین‌المللی از قبیل EPA و WHO و FAO ارائه شده است. در کشور ما نیز استاندارد استفاده از پساب برای کشاورزی و آبیاری توسط سازمان حفاظت محیط زیست ارائه شده است. تصمیم‌گیری در مورد قابلیت استفاده از پساب در گزینه‌های مختلف براساس نتایج آزمایشات صورت گرفته بر روی پساب و مقایسه با استانداردها امکان پذیر می شود. این مقایسه در جدول یک ارائه شده است.

دقت ۴۰۰-۰ میلی گرم بر لیتر و COD (به کمک ویال و بواسطه استفاده از دستگاه COD مدل (AQUA LYTIC) اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری pH نمونه‌ها به روش الکترومتری اقدام و از دستگاه pH سنج مدل (AQUA LYTIC) استفاده شد. سنجش کدورت با استفاده از روش نفولومتری یا تفریق‌سنجی صورت گرفته است. جهت اندازه‌گیری کدورت از دستگاه کدورت سنج مدل (AQUA LYTIC) با دامنه کاربرد که از رنج ۰ تا ۱۰۰۰ می باشد استفاده و نتایج بر حسب واحد NTU گزارش شد. سنجش TSS به روش وزن‌سنجی یا گراویمتری و با استفاده از کاغذ صافی صورت گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج در محیط Excel صورت گرفت.

جدول ۱- مقایسه کیفیت پساب منطقه شمال شرق اصفهان با حدود مجاز استاندارد خروجی فاضلاب‌ها (سازمان محیط زیست، ۱۳۷۳)

پارامتر	واحد	تعداد نوبت نمونه گیری				حدود مجاز استاندارد
		اول	دوم	سوم	چهارم	
کلیفرم کل	(MPN/100ml)	-	۴۶۰	>۱۱۰۰	۲۲۰	۱۰۰۰
کلیفرم مدفوعی	(MPN/100ml)	-	۱۶۰	۲۶	۶	۴۰۰
تخم انگل	ل/تعداد	-	مشاهده	مشاهده شد	مشاهده شد	تبصره ^۱
چربی روغن	mg/l	-	۳۹/۶	۱۳/۶	۲۴/۶	۱۰
کدورت	NTU	-	۳۹/۱۷	۲۴/۵۱	۲۲	۵۰
دترجنت	mg/l	-	۰/۱	۰/۷۳	۰/۶۰۲	۰/۵
pH	-	۷/۱۲	۶/۵	۸/۶۲	۸/۴۸	۶-۸/۵
BOD ₅	mg/l	۷	۱۳	۱۳	۱۳	۱۰۰
COD	mg/l	۱۲/۸	۱۵	۱۸	۵۳	۲۰۰
TSS	mg/l	-	۱۱	۷	۱۳	۱۰۰

تبصره ۱: تعداد تخم انگل در فاضلاب تصفیه شده جهت استفاده در آبیاری محصولاتی که به صورت خام مصرف می شوند نباید بیش از یک عدد در لیتر باشد.

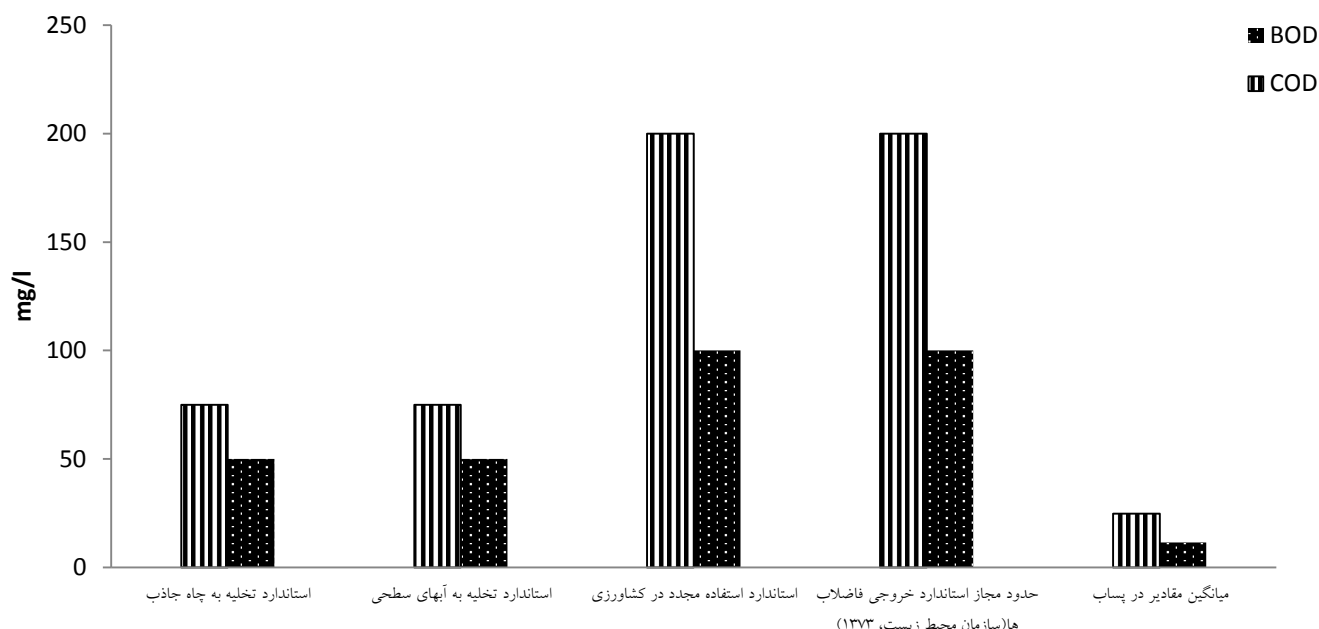
چاه جاذب نیز بررسی شد که نشان دهنده پایین بودن این دو پارامتر از حد مجاز بود (شکل ۱).

همچنین با بررسی شاخص میکروبی منابع آبی نامتعارف مورد بررسی در منطقه شمال شرق شهر اصفهان و مقایسه داده‌ها با حدود مجاز استاندارد خروجی فاضلاب-ها (سازمان محیط زیست، ۱۳۷۳)، کلیه پارامترهای کلیفرم مدفوعی، چربی و روغن، کدورت، pH، BOD₅ و COD

با توجه به جدول ۱ کلیه پساب‌ها (فازیک، فاز دو و فاز یک و دو) منطقه، از نظر پارامترهای COD، BOD و کدورت در مقایسه با استانداردهای موجود محدودیتی ندارند. ویژگی‌های COD، BOD که از پارامترهای مهم جهت بررسی آلودگی پساب‌ها محسوب می‌شود، در مقایسه با استاندارد سازمان محیط‌زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری، تخلیه به آب‌های سطحی و

همانطور که در شکل شماره یک مشاهده می شود مقدار BOD_5 ، COD موجود در پساب قابل بررسی از استانداردهای مورد بررسی بسیار کمتر است.

TSS زیر حد مجاز بوده و آلوده کننده نیستند و برای کاربرد در کشاورزی محدودیتی ندارند. در مقابل پارامترهای کلیرم کل، تخم انگل و دترجنت در برخی نمونه های مورد بررسی از حدود مجاز فراتر بوده و محدودیت برای کاربرد در کشاورزی دارند.



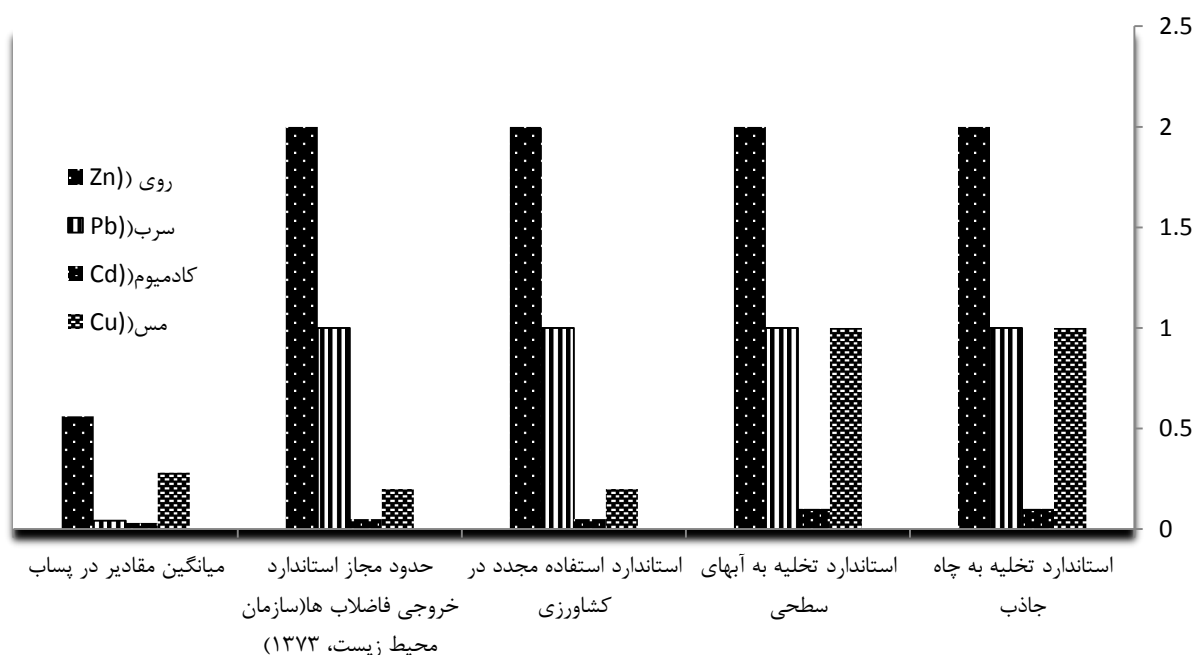
شکل ۱- میانگین مقادیر BOD_5 و COD در پساب منطقه شمال شرق شهر اصفهان و مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری، تخلیه به آبهای سطحی و چاه جاذب

همچنین نتایج نشان داد در بین فلزات سنگین، سرب، کادمیوم، روی و مس که از مهمترین فلزات سنگین محسوب می شوند در مقایسه با استاندارد سازمان محیط- زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری، تخلیه به آبهای سطحی و چاه جاذب فلزات سرب، روی از حد مجاز کمتر می باشند در حالیکه فلز کادمیوم بیشتر از حد مجاز و فلز مس نیز در مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی بیشتر از حد مجاز بود (شکل ۲).

با توجه به داده های جدول ۲ و مقایسه با حدود مجاز استاندارد خروجی فاضلاب ها (سازمان محیط زیست، ۱۳۷۳)، از بین عناصر سنگین مورد بررسی، عناصر روی، نقره، آهن، نیکل، سرب، منگنز و کروم زیر حد مجاز بوده و آلاینده نبودند و برای کاربرد در کشاورزی محدودیتی ندارند. اما عناصر کادمیوم، مس، وانادیم و کبالت در برخی زمان های مورد بررسی از حدود مجاز فراتر بوده و برای کاربرد در کشاورزی محدودیت دارند.

جدول ۲- مقایسه فلزات سنگین مهم در پساب منطقه شمال شرق شهر اصفهان با حدود مجاز استاندارد خروجی فاضلاب‌ها (سازمان محیط زیست، ۱۳۷۳)

عناصر سنگین	واحد	تعداد نوبت نمونه گیری				حدود مجاز استاندارد محیط زیست، ۱۳۷۳
		اول	دوم	سوم	چهارم	
Zn	mg/l	<۰/۱	۰/۷۲	۰/۶۷	۰/۷۸	۲
Ag		<۰/۱	<۰/۰۲	<۰/۰۲	<۰/۰۲	۰/۱
Cd		<۰/۱	<۰/۰۱	<۰/۰۰۵	<۰/۰۱	۰/۰۵
Cu		<۰/۱	۰/۱۲	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۲
Fe		۰/۶	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۵۴	۳
Ni		<۰/۱	۰/۰۵۶	<۰/۰۲	<۰/۰۳	۲
Pb		<۰/۱	<۰/۰۵	<۰/۰۱	<۰/۰۱	۱
V		<۰/۱	۰/۱۲۵۱	۰/۱۵۶	۰/۱۱	۰/۱
Co		<۰/۱	۰/۰۵	<۰/۰۲	<۰/۰۲	۰/۰۵
Mn		<۰/۱	۰/۱۸	۰/۹	۰/۷	۱
Cr		<۰/۱	<۰/۰۲	۰/۰۴	<۰/۰۳	۱



شکل ۲- میانگین مقادیر چهار فلز سنگین مهم (روی، کادمیوم و مس) در پساب منطقه شمال شرق شهر اصفهان و مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست در مورد استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری، تخلیه به آبهای سطحی و چاه جاذب

مصرف‌کننده نگردد. از این رو با توجه به اطلاعات به دست آمده از کیفیت پساب و در مقایسه با معیارهای سازمان

در کاربرد پساب برای کشاورزی، انتخاب گیاهان بایستی منطبق بر اصولی باشد که موجب آلودگی محصولات آبیاری شده به عوامل بیماری‌زا و انتقال به

جهانی و حدود مجاز استاندارد خروجی فاضلاب-ها (سازمان محیط زیست، ۱۳۷۳)، پساب مذکور جهت آبیاری قطره‌ای و آبیاری درختان غیر مثمر مناسب بوده همچنین به دلیل حد بالای فلزات سنگین کادمیوم، کبالت، مس و وانادیوم جهت آبیاری سبزیجات و محصولات گیاهی که بصورت خام مصرف می‌شوند، به هیچ وجه توصیه نمی‌شود. آبیاری محصولات ریشه‌ای از قبیل سیب‌زمینی و چغندر قند نیز به دلیل تماس مستقیم با خاک پیشنهاد نمی‌شود. گندم، جو و حبوبات به دلیل اینکه بصورت مستقیم مورد مصرف قرار نمی‌گیرند، با پساب این منطقه قابل کشت می‌باشند، حائز اهمیت این است که در تمام موارد کاربرد، بایستی آبیاری با پساب را حداقل دو هفته قبل از برداشت محصول قطع نمود (دبلیو اچ او، ۲۰۰۶). به دلیل بالا بودن فلزات سنگین ذکر شده آبیاری باغ‌های میوه قابل توصیه نمی‌باشد و بهتر است آبیاری درختان غیرمثمر و چوبنده از قبیل سرو، کاج، نارون و صنوبر انجام گیرد. از پساب این منطقه می‌توان برای آبیاری گیاهان صنعتی غیر خوراکی از قبیل پنبه نیز بهره برد. قانعیان و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند کیفیت پساب در جزیره کیش با استانداردهای استفاده مجدد سازمان حفاظت محیط‌زیست جهت آبیاری در همه پارامترها بجز MPN کل کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی مطابقت داشته است. در مقایسه با معیارهای سازمان بهداشت جهانی پساب مذکور جهت آبیاری قطره‌ای و آبیاری درختان مناسب بوده و جهت آبیاری زمین‌های ورزشی و فضای سبز هتل‌ها مناسب تشخیص داده نشد. صالحی ارجمند و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند با وجود محدودیت‌های استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب اراک، هنوز گیاهان متعددی وجود دارند که به آبیاری با پساب فوق قابل توصیه است. در این خصوص اولویت درجه اول با درختان غیرمثمر و چوبنده، پس از آن نباتات صنعتی نظیر پنبه و روناس و درجه سوم نباتات دانه‌ای و درختان مثمر است. امجد و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند با بررسی امکانات و قابلیت‌های استفاده مجدد از فاضلاب شهری یزد، کیفیت پساب در مقایسه با استاندارد

سازمان حفاظت محیط‌زیست برای استفاده مجدد در کشاورزی و آبیاری مطابقت دارد و برای آبیاری و کشاورزی مناسب است. ناصری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند پساب تصفیه‌خانه اردبیل، میزان COD و BOD5 و همچنین فلزات سنگین کادمیوم، سرب و مس با استانداردهای سازمان محیط زیست ایران در زمینه استفاده مجدد از پساب مطابقت داشت ولی میانگین کلیفرم‌های کل و مدفوعی با استانداردهای مربوطه مطابقت نداشت. آلتون و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند پتانسیل‌های استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده شهری بر روی پساب چهار تصفیه خانه منتخب در کشور ترکیه، پساب تصفیه خانه‌های مورد مطالعه را از نظر پارامترهای کنترلی و متداول و فلزات سنگین مناسب تشخیص دادند. لیکن پساب تصفیه خانه-های منتخب از نظر کیفیت باکتریولوژی به ویژه کلیفرم‌های مدفوعی رضایت بخش نبوده است. یانگ و عباسپور (۲۰۰۷) گزارش کردند با بکارگیری مدل برنامه‌ریزی شده خطی پتانسیل استفاده مجدد را در پکن تجزیه و تحلیل نموده و مصارف سودمند استفاده مجدد در کشاورزی و مصارف تفریحی معرفی نمودند. الماس و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند عملکرد برکه‌های تثبیت فاضلاب (WSP) را در شهر عدن با آزمایشاتی بر روی پساب بررسی نموده و نتیجه گرفتند که امکان استفاده از پساب برای آبیاری محدود وجود دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به مطالعه انجام شده در بررسی پساب منطقه شمال شرق شهر اصفهان سه فاز (فاز یک، فاز دو و فاز یک و دو)، لازم است استفاده مجدد برنامه‌ریزی شده بصورت مدبرانه همراه کنترل کیفی در مراحل تصفیه انجام گیرد. به توجه به بالا بودن برخی فلزات سنگین در پساب خروجی بهتر است قبل از استفاده در مزارع، تصفیه و یا برای آبیاری نباتات صنعتی مثل پنبه و درختان غیر مثمر انجام پذیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود گندزایی پساب پیش از هر عمل دیگر به منظور تامین استاندارد ۱۰۰۰ کلیفرم کل در ۱۰۰ میلی لیتر به دلیل بالاتر بودن کلیفرم کل از حد مجاز

انجام گیرد. در نهایت پایش مداوم پساب خروجی این منطقه توسط سازمان حفاظت محیط زیست از نظر تطابق خروجی فاضلاب با استانداردهای استفاده مجدد از پساب در کشاورزی ضروری می باشد.

فهرست منابع

۱. امجد، م.، سلیمی صبور، س.، مقصودلو، ب.، (۱۳۸۴). "مطالعه استفاده مجدد از پساب فاضلاب شهر یزد". نهمین کنگره ملی بهداشت محیط، اصفهان.
۲. حاتمی، ط.، نادعلی، ا.، روشنایی، ق.، شکوهی، ر.، ۱۳۹۷. امکان سنجی استفاده مجدد از پساب خروجی فرآیند هوادهی گسترده تصفیه فاضلاب شهر بجنورد جهت مصارف کشاورزی و آبیاری. مجله علمی پژوهان، ۱۶(۲): ۲۰-۲۸.
۳. صالحی ارجمند، ح.، مهدیان، م. ح.، کارگری، آ.، مهدیه، م.، (۱۳۸۲). "مطالعه امکان سنجی استفاده مجدد از پساب تصفیه خانه فاضلاب اراک"، مجله محیط زیست و مهندسی آب، ۶۵، ۴۶-۳۹.
۴. قاتعیان، م.، (۱۳۷۹). "بررسی وضعیت فاضلاب و امکان استفاده مجدد از پساب در جزیره کیش". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران.
۵. مهرآوران، ب.، انصاری، ح.، بهشتی، ع. ا.، اسماعیلی، ک.، ۱۳۹۴. بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری با توجه به اثرات زیست محیطی آن (مطالعه موردی پساب خروجی تصفیه خانه پرکتاباد مشهد). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۳(۹): ۴۳۹-۴۴۶.
۶. ناصری، س.، صادقی، ت.، واعظی، ف.، ندافی، ک.، (۱۳۹۲). "ارزیابی کیفیت تصفیه فاضلاب اردبیل جهت استفاده مجدد در کشاورزی"، مجله سلامت و بهداشت، ۲۸۰-۷۳.
7. Ahmadi M, Tajrishi M, Abrishamchi A. Technical and Economic comparison of conventional wastewater treatment systems in the sugar industries in Iran. Journal of Water and Wastewater. 2005; 53: 54-61. Persian.
8. Ali Al-Khashman, O., Al-Hwaiti, M., Al-Khatib, L., Fraige, F., 2013. Assessment and evaluation of treated municipal wastewater quality for irrigation purposes. Research Journal of Environmental and Earth Sciences, 5(5): 229-236.
9. Alobaidy, A.H.M.J., Al-Sameraiy, M.A., Kadhem, A.J., Abdul, A., 2010. Evaluation of treated municipal wastewater quality for irrigation. Journal of Environmental Protection, 1: 216-225.
10. Almas AAM, Scholz M. Potential for wastewater reuse in irrigation: case study from Aden (Yemen). International Journal of Environmental Studies. 2007; 63(2): 131-142.
11. Alaton IA, Tanik A, Ovez S, Iskender G, Gure M, Orhon D. Reuse potential of urbanwastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on selected plants. Desalination. 2007; 215(1):159-165.
12. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed.American Public Health Association, Washington DC. 2005.
13. Asanoa T, Cotruvob JA. Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: health and regulatory considerations. J. Water Research. 2004; 38:1941-1951.
14. Bedri Z, Bruen M, Dowley A, Masterson B. Environmental consequences of a power plant shutdown: a three-dimensional water quality model of Dublin Bay. Mar Pollut Bull. 2013 Jun 15; 71(1- 2):117-28.
15. Bourazanis, G., Kerkides, P., 2015. Evaluation of Sparta's municipal wastewater treatment plant's effluent as an irrigation water source according to Greek Legislation. Desalination and Water Treatment, 1-11.
16. Eaton AD, Clesceri LS, Greenberg AE, Franson MA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association; 1995.

17. Mariolakos I. Water Resources Management in the Framework of Sustainable Development. *Desalination*. 2007; 213: 147-151.
18. Qadir M, Wichelns D, Raschid-Sally L, McCornick PG, Drechsel P, Drechsel P, Bahri A, Minhas PS. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. *Agricultural Water Management*. 2010; 97(4): 561-568.
19. WHO. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Grey water Wastewater use in Agriculture. 2006.
20. WHO. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. 1989: 77.
21. Yang H, Abbaspour K. Analysis of wastewater reuses potential in Beijing. *Desalination*. 2007; 212: 238-250.

طبقه‌بندی و تحلیل روند تغییر کاربری اراضی محیط شهری با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست: مطالعه موردی در منطقه بوشهر

فاضل امیری و طیه طباطبایی^۱

دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

famiri@iaubushehr.ac.ir

استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

tabatabaie@iaubushehr.ac.ir

دریافت: شهریور ۱۳۹۹ و پذیرش: اسفند ۱۳۹۹

چکیده

با توجه به رابطه پیچیده بین کاربری اراضی و عوامل محیطی که بر معیشت انسان تأثیر می‌گذارد، پایش تغییرات و تهیه نقشه کاربری اراضی برای بسیاری از مطالعات از جمله برنامه ریزی شهری، تغییرات آب و هوایی و نظارت بر محیط زیست مهم است. در این مطالعه نقشه تغییرات کاربری اراضی منطقه بوشهر با روش طبقه‌بندی نظارت شده و بر روی سه تصویر لندست در زمان‌های (۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸) تهیه گردید. طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از بارزسازی تصاویر و تفسیر بصری بهبود یافت. هشت طبقه کاربری اراضی شناسایی و نقشه آن‌ها تهیه گردید. نتایج نشان داد که تغییر کاربری که طی سه دهه گذشته اتفاق افتاده، به طور موثری بر تغییرات کاربری اراضی منطقه اثر گذاشته است. روند تغییرات کاربری در دوره مطالعه نشان می‌دهد که اراضی کشاورزی با مساحت ۲۹/۰۷ هکتار و درصد تغییرات ۳۰/۱۹ و اراضی مسکونی با مساحت ۱۵/۷۸ هکتار و درصد تغییرات ۱۶/۳۹ روند افزایش را نشان داده است. مساحت اراضی بایر ۴/۱۵ هکتار با درصد تغییرات ۴/۳۱-، اراضی شور ۱۱/۶۶ هکتار با درصد تغییرات ۱۲/۱۱- و شن زارها ۵/۲۱ هکتار با درصد ۵/۴۱- کاهش داشته است. افزایش در سطح کاربری کشاورزی و مسکونی قابل ملاحظه بود، درحالی‌که از سطح اراضی بایر، شوره‌زار و شن زار کاسته شده است. این تغییرات در کاربری اراضی، در اثر سیاست‌های منطقه‌ای و افزایش فعالیت‌های انسانی (فعالیت کشاورزی و ساخت‌وساز) اتفاق افتاده است. با مشخص شدن این تغییرات، سیاست‌های لازم برای مدیریت بهتر کاربری اراضی ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: روند تغییرات، ارزیابی چند زمانه، تصویر چندطیفی، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

مقدمه

پایش تغییرات، فرآیندی جهت شناسایی تفاوت های وضعیت یک پدیده در زمان های مختلف است. تشخیص بسیاری از تغییرات مانند تغییر سواحل و توسعه شهری (شالابی و تاتیشی، ۲۰۰۷؛ رابرت و همکاران، ۲۰۱۹)، تغییر الگوی چشم انداز شهری (یانگ و همکاران، ۲۰۱۹؛ فو و همکاران، ۲۰۱۹) و تکه تکه شدن چشم انداز و زیستگاه (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹) با مطالعه تغییرات کاربری اراضی^۱ ممکن می شود. اطلاعات مداوم و دقیق در مورد تغییرات کاربری اراضی برای هر نوع برنامه توسعه پایدار که در آن کاربری اراضی به عنوان یکی از معیارهای اصلی می باشد، بسیار مهم است؛ بنابراین، تجزیه و تحلیل و نقشه برداری از وضعیت فعلی کاربری اراضی و همچنین تغییرات کاربری اراضی در طول زمان به عنوان ابزاری مهم برای شناخت بهتر و ارائه راه حل برای مشکلات اجتماعی، اقتصادی و محیطی شناخته شده است (گارسیا-آلوارز و همکاران، ۲۰۱۹؛ شیفراف و همکاران، ۲۰۱۹).

سنجش از دور ماهواره ای رایج ترین منبع داده برای پایش، اندازه گیری و نقشه برداری از الگوهای تغییرات کاربری اراضی به دلیل کسب اطلاعات تکراری، رقومی بودن مناسب برای پردازش کامپیوتری و روش های دقیق تعیین موقعیت جغرافیایی است (ام، ۲۰۱۹). پایش تغییرات و ارزیابی از طریق سنجش از دور شامل استفاده از تصاویر چند زمانه برای ارزیابی تغییرات رخ داده در کاربری اراضی تحت شرایط متفاوت محیطی و اقدامات انسانی است (علام و همکاران، ۲۰۱۹؛ آروالو و همکاران، ۲۰۱۹). استفاده مؤثر از سنجش از دور ماهواره ای برای شناسایی تغییرات کاربری اراضی بستگی به درک کافی از ویژگی های چشم انداز، سیستم های تصویربرداری و روش مورد استفاده بسته به هدف از تجزیه و تحلیل دارد (کییش و همکاران، ۲۰۱۹؛ ایوانز و مالکام، ۲۰۱۹).

روش های متعددی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی استفاده شده است که از رایج ترین آن ها می توان به روش مقایسه پس از طبقه بندی^۲، تفاضل تصاویر^۳، آنالیز مؤلفه های اصلی^۴ و شاخص های تفاضل گیاهی^۵ اشاره کرد. طبقه بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارزسازی تصویر و تفسیر چشمی مورد استفاده قرار گرفته است (شیفراف و همکاران، ۲۰۱۹؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹). روش طبقه بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارز سازی تصویر و تفسیر چشمی که به عنوان دقیق ترین روش پایش تغییرات شناخته می شود، با مقایسه مقادیر مستقل طبقات تصاویر مربوط به زمان های مختلف، تغییرات کاربری اراضی را پایش می نماید (ال-کاوی و همکاران، ۲۰۱۱). با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارزسازی تصویر و تفسیر چشمی، مشکلات مربوط به استفاده از تصاویر چند زمانه که در شرایط مختلف جوی و شرایط محیطی متفاوت اخذ شده اند، کاهش می یابد. داده های زمان های مختلف به طور جداگانه طبقه بندی می شوند و از این رو، بازتاب داده های زمان های مختلف برای مقایسه مستقیم، با استفاده از روش های بارز سازی تصویر و تفسیر چشمی اصلاح می گردد. از دیگر مزیت های این روش تلفیقی نشان دادن ماهیت تغییرات است. این روش نه تنها مکان تغییرات را، بلکه اطلاعات مربوط تغییرات از یک کاربری به کاربری دیگر را نیز مشخص می کند (ادهکاری و همکاران، ۲۰۱۹).

جهت مطالعه پایش تغییرات، داده های ماهواره ای، به دلیل ثبت مداوم و در دسترس بودن قابلیت استفاده بیشتری دارند. با استفاده از تصاویر لندست می توان کاربری اراضی مناطق وسیع را برای دوره های طولانی مدت را پایش نمود (فو و همکاران، ۲۰۱۹؛ گرویدنارو و همکاران، ۲۰۱۹؛ کییش و همکاران، ۲۰۱۹). شالابی و تاتیشی (۲۰۰۷) انواع کاربری اراضی در مناطق ساحلی مصر را با استفاده از تصاویر لندست ETM+/TM شناسایی کردند. آن ها با

^۴ - Principle components analysis (PCA)

^۵ - Vegetation index differencing

^۱ - Land use (LU)

^۲ - Post classification comparison (PCC)

^۳ - Image differencing

استفاده از ترکیب روش های طبقه بندی نظارت شده و تفسیر چشمی، دقت طبقه بندی را تا ۱۰٪ افزایش دادند. گائو و لیو (۲۰۱۰) با پایش دو تصویر لندست با فاصله زمانی ۱۰ ساله روند بلندمدت تخریب اراضی ناشی از آب شدن و شور شدن خاک در شمال شرقی چین است را بررسی کردند. بکل و همکاران (۲۰۱۹) از پنج تصویر لندست برای پایش کاربری اراضی در طول سال های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۸ در منطقه ای در اتیوپی با استفاده از روش طبقه بندی نظارت نشده پرداختند. ین و همکاران (۲۰۱۸) از تصاویر چند زمانه لندست برای تهیه نقشه اراضی کشاورزی رهائشده استفاده کردند. نتیجه مطالعه آن ها نشان داد که امکان تهیه نقشه اراضی کشاورزی رهائشده و تفکیک این اراضی از زمین های تحت کشت، اراضی آیش و مناطق فعال کشاورزی با صحت کلی ۹۷٪ وجود دارد. یانگ و همکاران (۲۰۱۹) با ارزیابی تصاویر چند زمانه لندست به بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و مناطق شهری در کوه فیدین و حومه چین پرداختند. نتایج نشان داد که منطقه شهری بر اساس ساخت-وساز در بیست سال گذشته به سرعت در حال افزایش بوده است که این توسعه عمدتاً تحت تأثیر عواملی مانند توسعه اقتصادی و سیاست گذاری بوده است. محمودی و امین خواه (۱۳۹۷) برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز سد گاوشان از تصاویر ماهواره لندست ۸ و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. کلاس کاربری در هر نقطه با پیمایش صحرائی و یا با استفاده از تصاویر گوگل ارث مشخص گردید. نقشه تولیدی با صحت کلی ۷۸/۵ درصد و ضریب کاپای ۶۸/۵ درصد از صحت بالایی برخوردار بود. نتایج این مطالعه نشان می دهد که استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و تصاویر ماهواره لندست ۸ امکان خوبی را برای تهیه نقشه های کاربری اراضی با صحت بالا فراهم می آورد. خنامانی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت برتش در شهرستان دهلران استان ایلام طی دوره ۲۶ ساله (۱۳۶۷ تا ۱۳۹۳) با استفاده از داده های لندست پرداختند. نتایج روند تغییرات کاربری اراضی نشان داد که کاربری مرتع متوسط با کاهش بیش از ۲۱ هزار

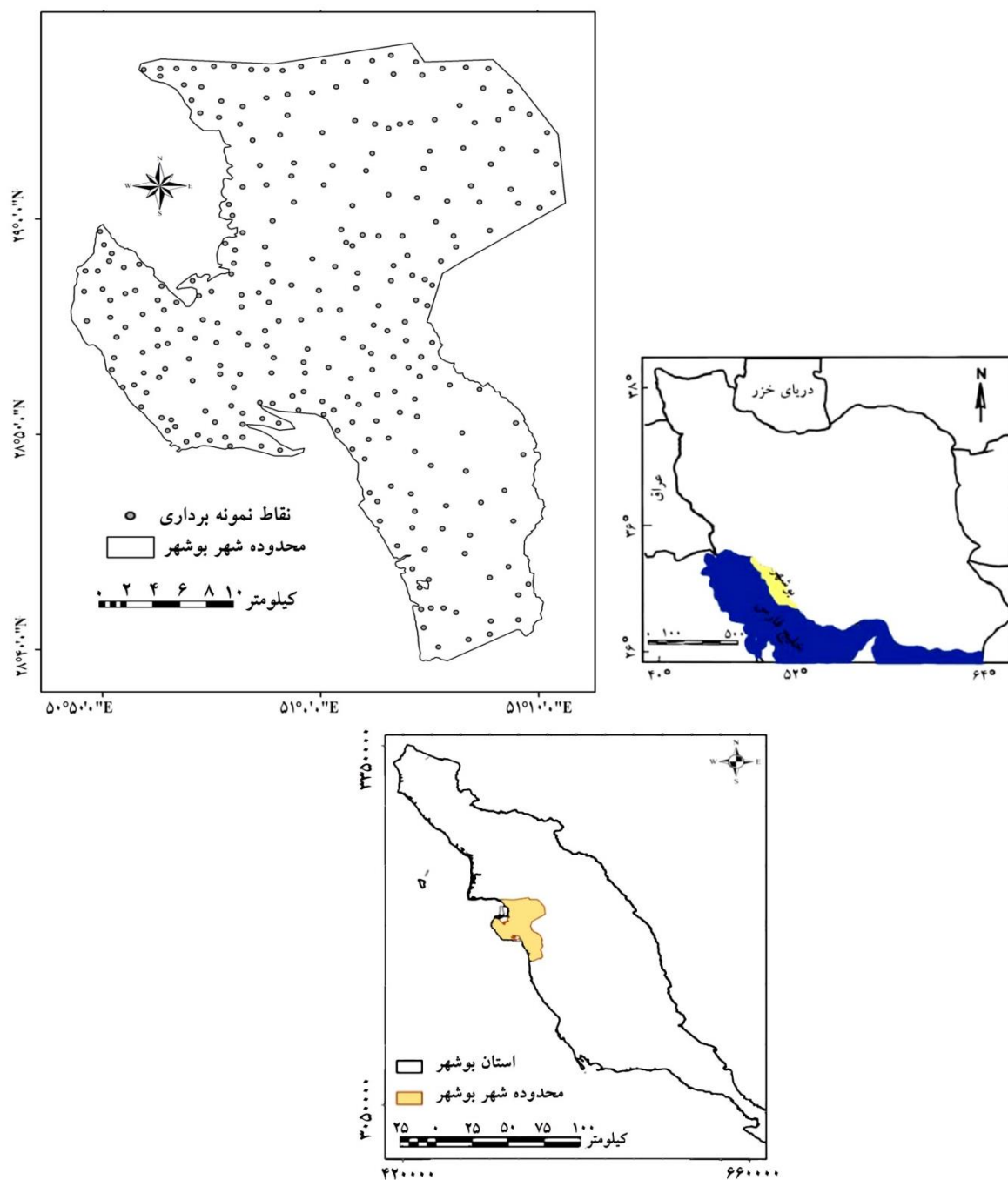
هکتاری، بیش ترین تغییرات را داشته است. در رتبه بعدی، اراضی کشاورزی قرار دارد که افزایش بیش از ۱۵ هزار هکتاری (دو برابری) را نشان می دهد که دلیل آن افزایش جمعیت و وجود منابع آبی کافی در این ناحیه می باشد. کاربری مرتع فقیر نیز روند افزایشی حدود ۱/۵ برابری را نشان می دهد که نشان دهنده تخریب مراتع متوسط می باشد. میزان دقت کل (۹۰-۹۰۰) و ضریب کاپا (۹۵-۹۰) نشان دهنده دقت بسیار بالای این روش در تعیین کاربری اراضی می باشد. صالحی و همکاران (۱۳۹۸) به پایش و پیش بینی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در دوره ۲۸ ساله (۲۰۱۴-۱۹۸۶) با داده های چند زمانه لندست در حوزه آبخیز صفارود-رامسر استان مازندران پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که در این فاصله زمانی، وسعت اراضی جنگلی به میزان ۱۰/۲۶ درصد کاهش و ۳/۲۷ درصد مساحت مناطق مسکونی افزایش یافته است. اسدی و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از قابلیت روش سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تغییرات کاربری اراضی شهر قائن به منظور تخمین افزایش سطح مجموعه شهری و میزان کاهش اراضی کشاورزی و باغی در بازه زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ را بررسی و تأثیر آن بر مخاطرات ژئومورفولوژیکی از جمله گسل، آبراهه و سنگ شناسی در منطقه را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد که طی سال های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ مساحت کاربری محدوده های ساخته شده در شهر قائن افزایش داشته و این افزایش سبب نزدیک شدن شهر به سازندهای رسی، گسل ها و آبراهه اصلی شده است؛ به طوری که مساحت اراضی ساخته شده (۱۱۴/۸۴ درصد)، باغ ها و زمین های کشاورزی (۹۹/۱ درصد)، زمین های بایر (۹۹/۷۱ درصد) و مراتع (۹۹/۹۴ درصد) تغییر خواهد کرد. سودایی زاده و جبالی (۱۳۹۹) تغییرات سطح اراضی کشاورزی بخشی از دشت جیرفت کرمان طی ۲۲ سال با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست TM و OLI را بررسی نمودند. در بررسی از روش طبقه بندی نظارت شده و روش مقایسه بعد از طبقه بندی استفاده کردند.

با توجه به رابطه پیچیده بین کاربری اراضی و عوامل محیطی که بر معیشت انسان تأثیر می‌گذارد، پایش تغییرات و تهیه نقشه کاربری اراضی برای بسیاری از مطالعات از جمله برنامه‌ریزی شهری، تغییرات آب و هوایی و نظارت بر محیط زیست مهم است. اطلاعات مداوم و دقیق تغییرات کاربری اراضی برای هر نوع برنامه توسعه پایدار که در آن کاربری زمین به عنوان یکی از معیارهای اصلی می‌باشد، بسیار مهم است. گسترش مناطق شهری تا حدودی به دلیل رشد سریع جمعیت، باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در کاربری اراضی محلی در محیط شهری شده است. این تغییرات سریع و گسترده مکانی باعث برنامه‌ریزی برای تهیه و تعیین کمیت تغییرات در کاربری اراضی در طول زمان، به ویژه در مناطقی که بیشترین نرخ تغییر را دارند، می‌شود. گسترش سریع شهری در ایران به ویژه در شهرهایی که در منطقه ساحلی واقع شده‌اند مشاهده شده است. در طول یک دهه گذشته، فشارهای ناشی از شهرنشینی باعث ایجاد انگیزه در برنامه ریزان و مدیران شهری برای ارزیابی میزان توسعه شهری شده است. در سال‌های اخیر، کاربری اراضی و مساحت شهر بوشهر به طور چشمگیری تغییر یافته است؛ گسترش پراکنده شهر و

تغییر کاربری اراضی پیامدهای مختلف اقتصادی، زیست-محیطی و اجتماعی را برای شهر در پی داشته است؛ بنابراین هدف از این مطالعه، تهیه نقشه و پایش تغییرات کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت شده و با تصاویر لندست TM، ETM⁺، OLI است. همچنین با استفاده از بازسازی تصاویر و تفسیر چشمی، میزان تغییرات مکانی اراضی شهر بوشهر و تعیین دلیل تغییرات از طریق مقایسه مکانی نقشه-های کاربری اراضی تولید شده انجام شد و در نهایت ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده داده‌های چند زمانه لندست (۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸) و ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر چند زمانه و تشخیص تغییرات انجام گردید.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان بوشهر در ساحل شمالی خلیج فارس، با ابعاد ۲۰ در هشت کیلومتر با مساحت ۱۰۱۱/۵ کیلومتر مربع و با متوسط حداقل دما ۱۸/۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر دمای ۳۳ درجه سانتی‌گراد، میزان رطوبت نسبی بین ۵۸-۷۵ درصد و متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۲ میلی‌متر در موقعیت جغرافیایی ۵۰°۵۰' تا ۵۱°۱۰' طول شرقی و ۲۸°۴۰' تا ۲۹°۰۰' عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط تعلیمی

داده‌های مورد استفاده

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل سه تصویر لندست، با سنجنده‌ها و تاریخ به ترتیب: TM⁺ (۲۰۰۰/۸/۴) و OLI (۲۰۱۸/۸/۲۷) (۱۹۹۰/۸/۹) است، (شکل ۲ و نقشه‌های توپوگرافی رقومی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰). جهت تصحیح هندسی تصاویر

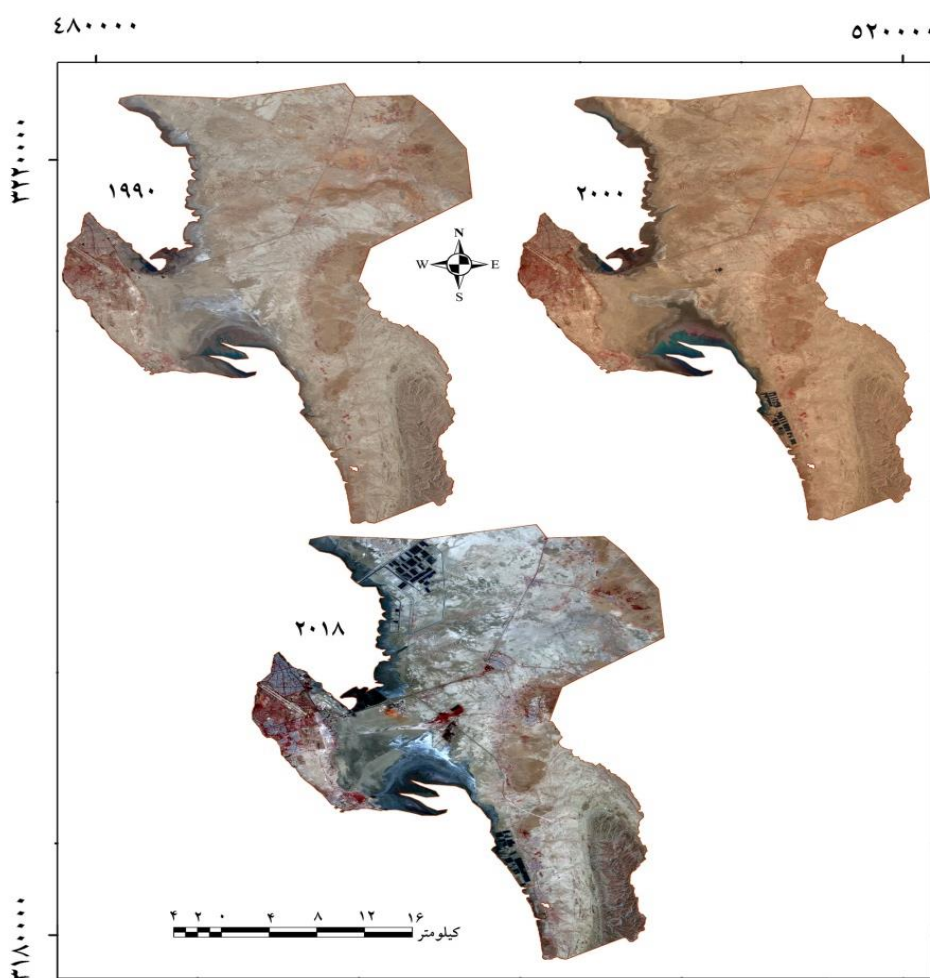
وجود سطر و ستون تصاویر و طول (X) شش رقمی و عرض (Y) هفت رقمی و به منظور اطمینان بیشتر از روی هم‌گذاری لایه‌های رقومی خطی (جاده‌ها) از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه نیز استفاده گردید. سری زمانی تصاویر لندست از مجموعه داده‌های لندست تهیه شد^۱. تمام باندهای قابل مشاهده و مادون قرمز (به جز مادون قرمز

^۱ - سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (<http://glovis.usgs.gov>).

حرارتی) در تجزیه و تحلیل استفاده گردید. در آبان ماه ۱۳۹۷ (۲۰۱۸)، ۲۸۰ نقطه تعلیمی در هر منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شد. از نقشه‌های توپوگرافی و رقومی و ۲۸۰ نقطه برداشت زمینی به عنوان داده‌های مرجع برای طبقه‌بندی تصویر و ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدی استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- داده‌های مورد استفاده در مطالعه

سال	مسیر	مقیاس/اندازه پیکسل	نوع داده	منطقه مطالعه
۱۳۹۷	-	۱:۲۵۰۰۰	شیت‌های رقومی توپوگرافی	محدوده شهر بوشهر
-	-	۱:۵۰۰۰۰	نقشه‌های توپوگرافی	
۱۹۹۰	۴۱ row- ۱۶۳Path	۲۸/۵ متر	تصویر TM لندست	
۲۰۰۰	۴۱ row- ۱۶۳Path	۲۸/۵ متر	تصویر ETM ⁺ لندست	
۲۰۱۸	۴۱ row- ۱۶۳Path	۳۰ متر	تصویر لندست-OLI ۸	
۱۳۹۷	-	۲۸۰ نقطه	نقاط برداشت میدانی	



شکل ۲- ترکیب رنگ کاذب تصاویر لندست انتخاب شده با ترکیب باندهای ۴، ۲، ۳

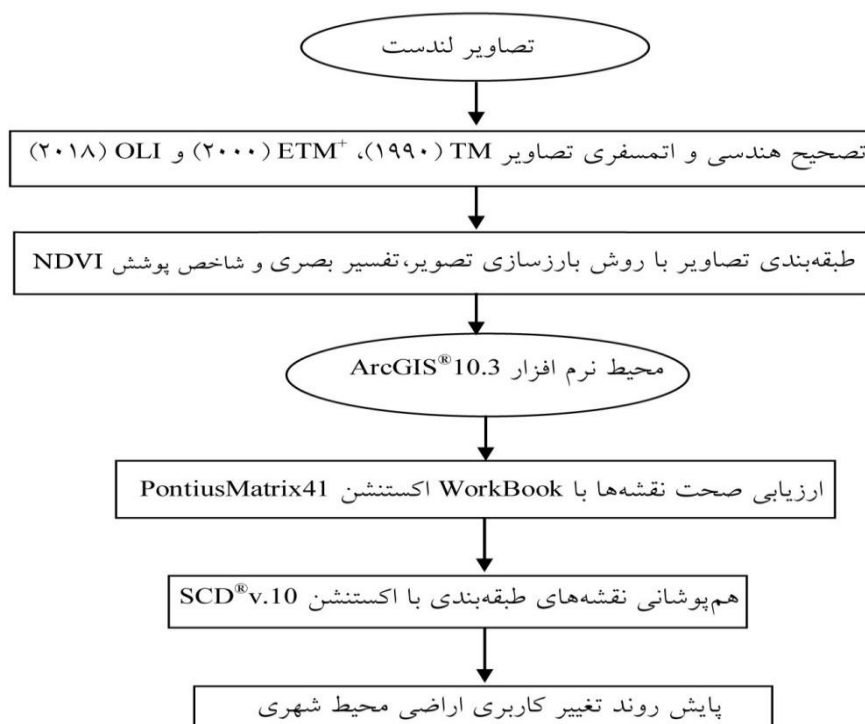
روش تحقیق

استفاده در این مطالعه شامل تصحیح هندسی، تصحیح اتمسفری و بهبود و تفسیر چشمی تصاویر است. مراحل انجام تحقیق در شکل ۳ ارائه شده است. انجام تصحیح هندسی و اتمسفری جهت تشخیص و پایش تغییرات

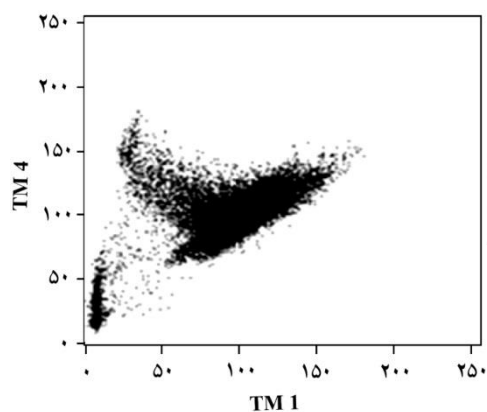
پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای قبل از تشخیص روند تغییرات ضروری است و هدف ایجاد ارتباط بین داده‌ها و پدیده‌های بیوفیزیکی است (ام، ۲۰۱۹). روش مورد

در عملیات طبقه‌بندی نقش مؤثری ندارند و انتخاب حداقل تعداد باندهایی است که زمان و هزینه فرآیند طبقه‌بندی را کاهش داده و منجر به افزایش دقت طبقه‌بندی گردد. در این مرحله پس از پیاده‌سازی نمونه‌های تمرینی بر سطح تصویر و کسب اطمینان از تفکیک‌پذیری کاربری‌ها، باندهای مناسب برای طبقه‌بندی انتخاب گردید. در انتخاب بهترین ترکیب باندی برای طبقه‌بندی علاوه بر تحلیل مشخصات آماری کلاس‌ها، از روش گرافیکی شامل تفسیر منحنی‌های انعکاس طیفی کلاس‌های کاربری اراضی و همچنین ارزیابی هیستوگرام همبستگی باندها نسبت به یکدیگر نیز استفاده شد. پس از انتخاب بهترین ترکیب باندی و ارزیابی هیستوگرام همبستگی باندهای منتخب اقدام به طبقه‌بندی تصویر شد. تحلیل مشخصات آماری کلاس‌ها و تفسیر منحنی‌های انعکاس طیفی کلاس‌ها ترکیب باندی ۲-۳-۴ را به عنوان مناسب‌ترین باندها برای طبقه‌بندی تصاویر پیشنهاد نمود (شکل‌های ۴، ۵ و ۶).

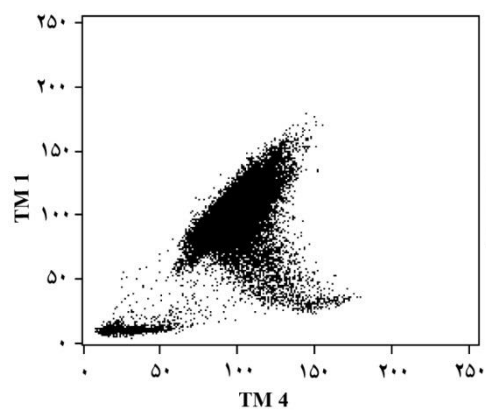
ضروری است (سیاریز و همکاران، ۲۰۱۹). انجام تصحیح اتمسفری در مواردی که مقایسه و تجزیه و تحلیل تصاویر چند زمانه مدنظر است جهت تشخیص و پایش تغییرات ضروری است. تصحیح هندسی تصاویر ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ به تصویر ۲۰۱۸ با استفاده از خطای جذر میانگین مربعات $RMSE < 0.5$ تصحیح شد. تصویر ۲۰۱۸ با استفاده از ۲۸۰ نقطه کنترل زمینی با سامانه موقعیت یاب جهانی (گارمین مدل GPS-MAP 78s با دقت مکانی یک متر و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ با خطای جذر میانگین مربعات $RMSE < 0.3$ زمین مرجع زمین شد. انجام تصحیح اتمسفری در مواردی که مقایسه و تجزیه و تحلیل تصاویر چند زمانه مدنظر است جهت تشخیص و پایش تغییرات ضروری است. جهت تصحیح اتمسفری از روش هیستوگرام استفاده شد. در این روش، هیستوگرام‌های باندها به صورت مجزا محاسبه و ترمیم گردید (سیاریز و همکاران، ۲۰۱۹). هدف از این مرحله حذف آن دسته از باندهایی است که از حیث تفکیک کلاس‌های نمونه‌برداری



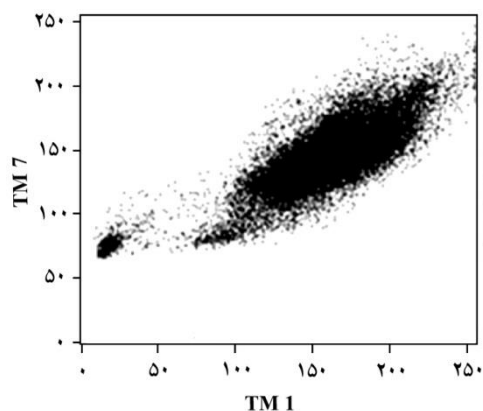
شکل ۳- مراحل انجام تحقیق



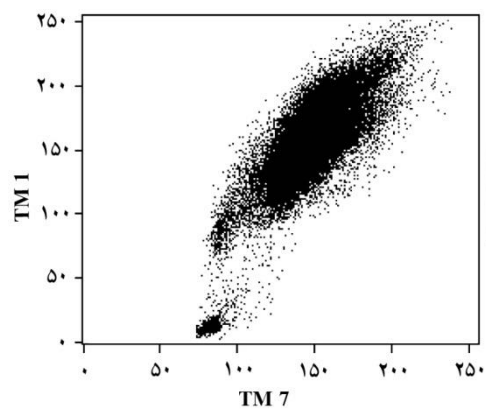
ب. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴



الف. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴

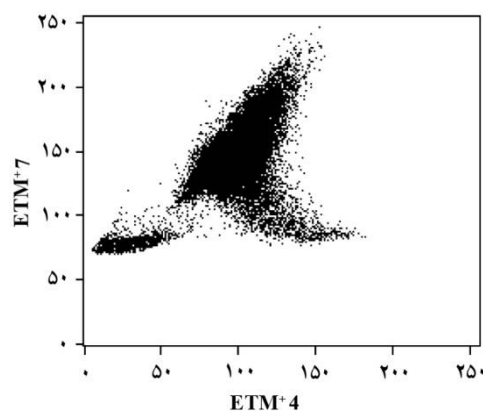


د. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷

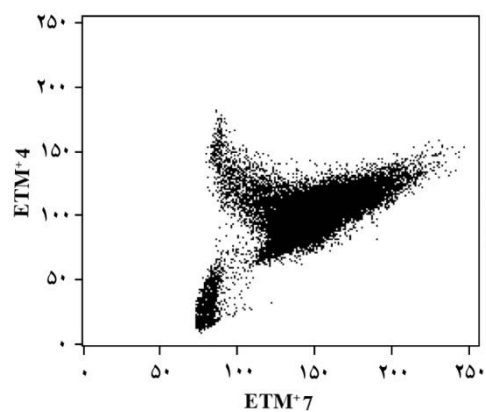


ج. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷

شکل ۴- نمودار همبستگی باندهای تصویر TM (۱۹۹۰)

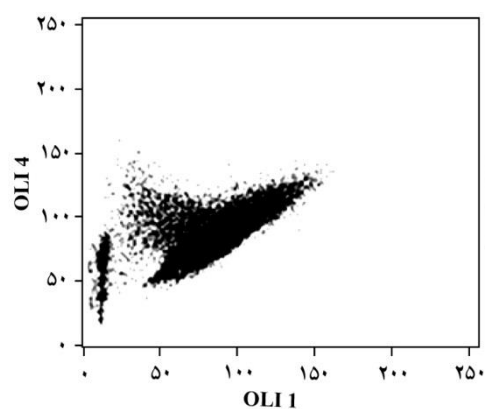


ب. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷

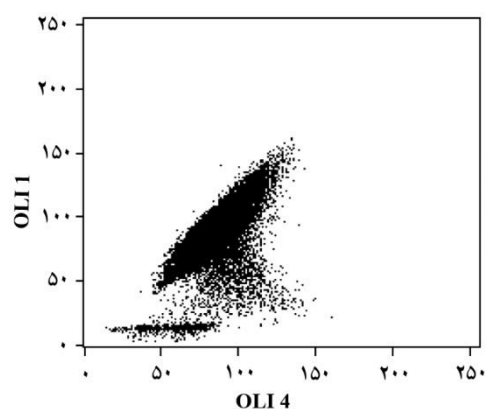


الف. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷

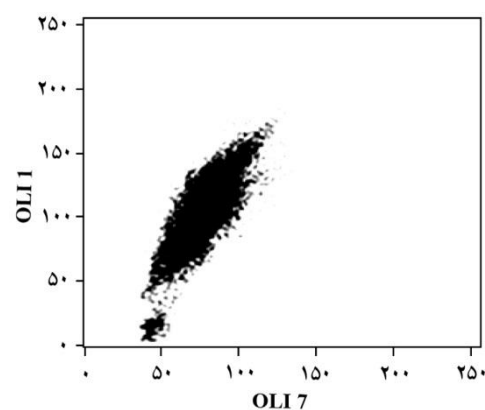
شکل ۵- نمودار همبستگی باندهای تصویر ETM+ (۲۰۰۰)



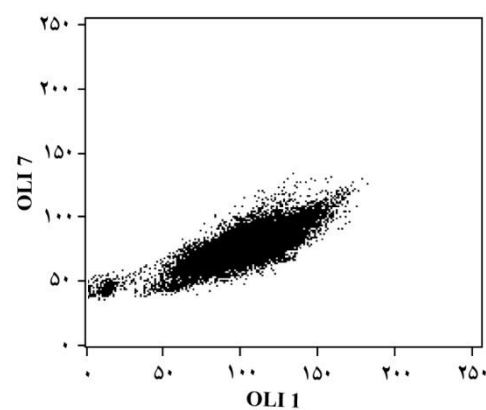
ب. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴



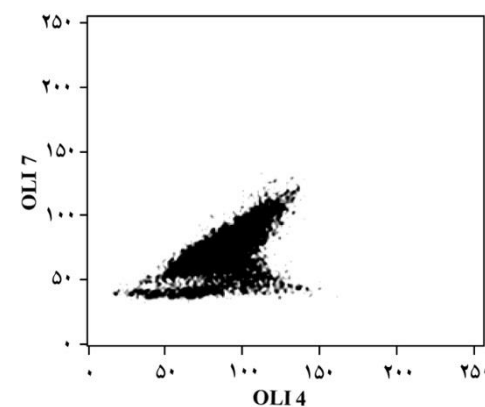
الف. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴



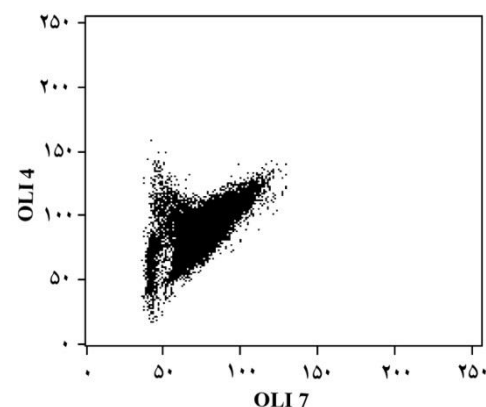
د. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷



ج. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷



ی. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷



ه. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷

شکل ۶- نمودار همبستگی باندهای تصویر OLI (۲۰۱۸)

قرار می‌گیرد، درحالی‌که تصاویر اصلی برای تجزیه و تحلیل خودکار استفاده می‌شود (عبدو، ۲۰۱۹). در این مطالعه، از کنتراست کشیدگی تصاویر برای تفسیر چشمی استفاده گردید.

بهبود تصاویر و تفسیر چشمی

بهبود تصویر اصلاح تصویر برای آشکار کردن اطلاعات درون تصویر و بهبود تفسیر چشمی با افزایش تمایز ظاهری بین ویژگی‌ها است. این پروسه موجب افزایش توانایی تشخیص عوارض و پدیده‌ها می‌شود. تصاویر بهبودیافته تنها در تحلیل‌های چشمی مورد استفاده

طبقه‌بندی نظارت شده

بعد از تصحیح رادیومتری و تصحیح اتمسفری، مقدار رقومی هر پیکسل به مقدار تابش و بازتاب سطح تبدیل شد. این عملیات در ENVI انجام شد (سیاریز و همکاران، ۲۰۱۹). پردازش تصاویر در ابزار تحلیل تصویر^۱ در محیط نرم افزار ArcGIS[®] 10.3 (رووانگا و اندامبوکی، ۲۰۱۷) انجام شد. منطقه‌های دارای پوشش سبز با استفاده از سنجه نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)^۲ استخراج شد (هوت و همکاران، ۲۰۰۲).

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

در این رابطه:

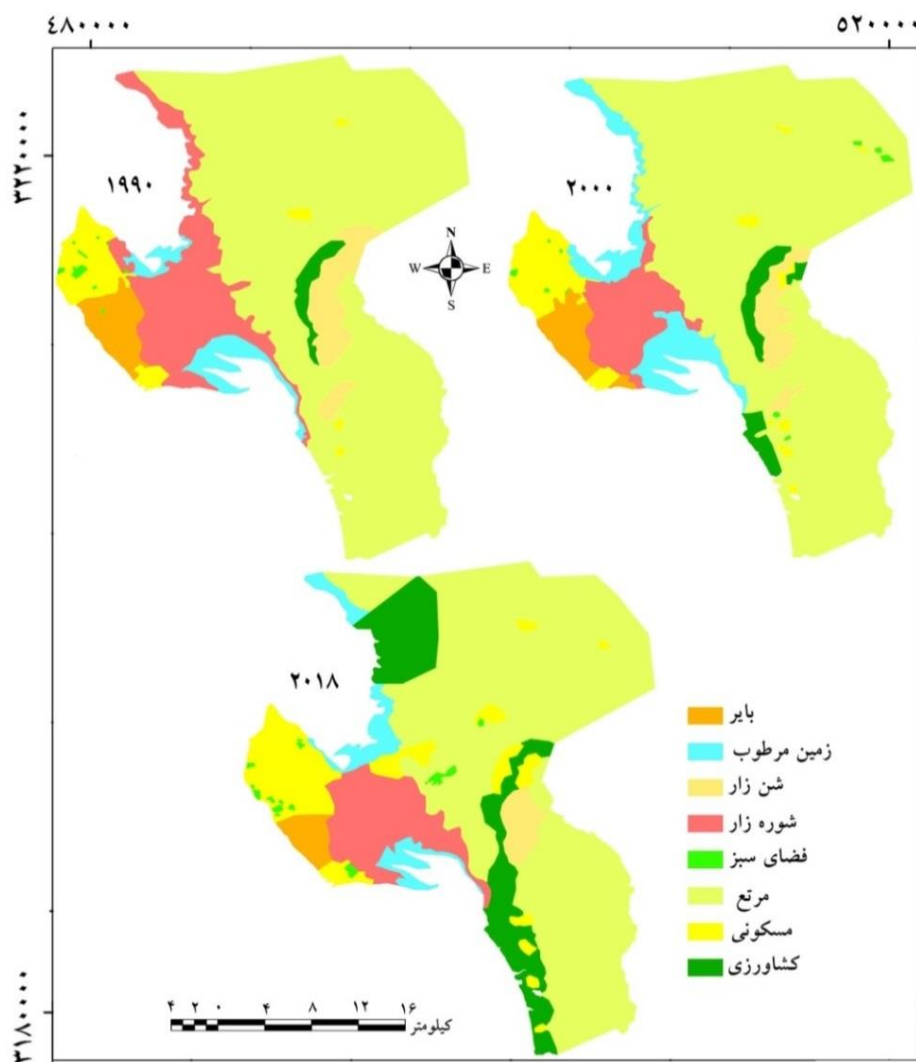
NIR باند مادون قرمز نزدیک و RED باند مادون قرمز است. آستانه (۰/۲۵۵) پس از تفسیر بصری از منطقه مطالعه تعیین شد. با پردازش تصویر و اعمال طبقه‌بندی نظارت نشده طبقات دیگر کاربری‌ها تعیین و با در نظر گرفتن ۲۸۰ نقطه کنترل زمینی در هر کلاس کاربری انتخاب گردید. خروجی طبقه‌بندی نظارت شده لایه‌های موضوعی در فرمت رستر (تصویر طبقه‌بندی شده) است. طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارز سازی تصویر و تفسیر چشمی بهبود یافت. هر دو لایه موضوعی برای بارز سازی پس از طبقه‌بندی استفاده شد. نقشه کاربری اراضی در هشت کلاس کاربری شامل؛ کشاورزی، بایر، پارک، مرتع، اراضی شور، شن‌زارها، مسکونی و زمین مرطوب طبقه‌بندی شد. این هشت نوع کاربری براساس تفسیر تصاویر شناسایی و با باز دیدهای میدانی تأیید شده است.

بهبود طبقه‌بندی

برای بهبود دقت طبقه‌بندی و کاهش اشتباهات طبقه‌بندی، نقشه‌های اولیه کاربری اراضی را که از طبقه‌بندی نظارت شده تولید شده بود در محیط نرم افزار ArcGIS[®] 10.3 با نقشه‌های حاصل از تفسیر چشمی اصلاح گردید (بکله و همکاران، ۲۰۱۹). در نهایت، نقشه‌های صحیح کاربری اراضی (شکل ۷) تولید گردید.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

نمونه‌های تعلیمی برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. جهت ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدی سال ۲۰۱۸ از ۲۸۰ نقطه مرجع برداشت میدانی (واقعیت زمینی) استفاده شد. ال-کاوی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که برای انجام یک ارزیابی دقیق دقت نقشه‌های کاربری اراضی تعداد نقاط تعلیمی تصادفی استفاده‌شده باید ۲۵۰ و یا بیشتر باشد. برای ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدی سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ از داده‌های موجود، (نقشه‌های توپوگرافی و تصویر Google EarthTM) استفاده گردید (لیو و همکاران، ۲۰۱۷). داده‌های مرجع و نتایج طبقه‌بندی با استفاده از Workbook ماتریس‌های خطا ارائه شده پونتیس (۲۰۱۸) مورد مقایسه و تحلیل آماری قرار گرفتند.



شکل ۷- نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از ادغام طبقه‌بندی نظارت شده و تفسیر چشمی

$$C_r = C_e / (t_2 - t_1) \quad (4)$$

در این رابطه‌ها:

مساحت کل (T_a)، مساحت تغییر (C_a)، درصد تغییرات (C_e)، نرخ سالانه تغییرات (C_r) و t_1 و t_2 زمان ابتدا و انتهای دوره زمانی مورد مطالعه است (امیری و شریف، ۲۰۱۲).

نتایج و بحث

نتایج محدوده هر کلاس کاربری اراضی از تصاویر طبقه‌بندی شده در جدول ۲ و شکل ۸ نشان‌دهنده مساحت هر یک از طبقات کاربری برای سال‌های، مطالعه است. توزیع مکانی این کاربری‌ها در شکل ۷ نشان داده شده است. در سال ۱۹۹۰، کاربری مرتع بیش‌ترین سطح از

تعیین تغییرات کاربری اراضی

تغییرات مکانی نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از ادغام نتایج تفسیر چشمی و طبقه‌بندی نظارت شده با فرمت وکتور در ابزار SCDv[®]10.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تعیین مقدار تغییرات بین هر جفت نقشه کاربری اراضی (۱۹۹۰-۲۰۰۰، ۲۰۰۰-۲۰۱۸ و ۲۰۱۸-۲۰۲۰)، در این ابزار، از رابطه‌های زیر استفاده گردید. سه نقشه تغییر برای نمایش روند تغییرات هر کلاس کاربری استفاده شد.

$$C_a = T_a(t_2) - T_a(t_1) \quad (2)$$

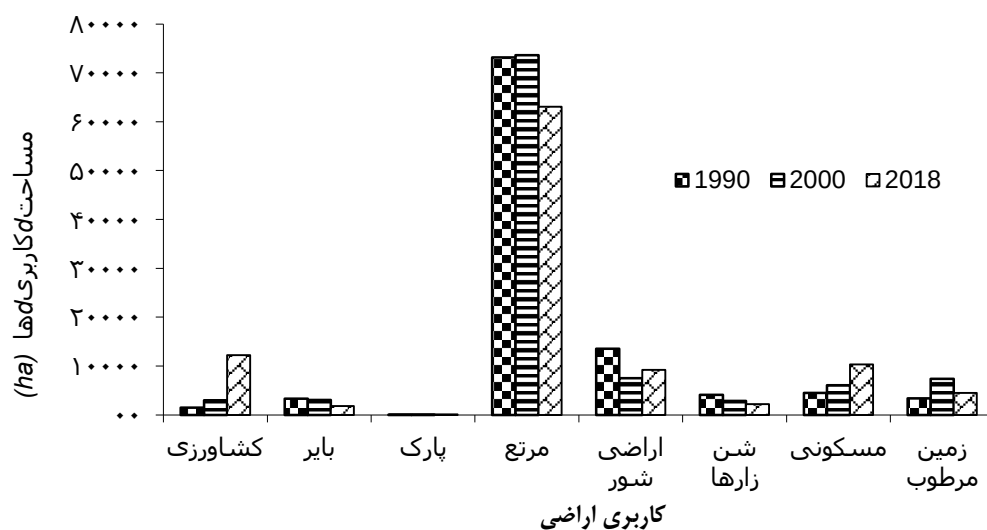
$$C_e = (C_a / T_a(t_1)) \times 100 \quad (3)$$

کاربری منطقه که ۷۰/۶۸٪ (۷۳۱۳۶/۲۵ هکتار) را شامل می‌شود. کمترین مساحت را فضای سبز با مساحت ۴۶/۲۶ هکتار (۰/۰۴ درصد) را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۰۰، بیش‌ترین مساحت کاربری مربوط به کاربری مرتع ۷۱/۱۶٪ (۷۳۶۳۱/۴۳ هکتار) و سپس اراضی شور ۷/۲٪ (۷۵۰۵/۰۱ هکتار) می‌شود. در سال ۲۰۱۷، بیش‌ترین مساحت را کاربری مرتع ۶۰/۹۶٪ (۶۳۰۴۶/۷۱ هکتار) و کاربری کشاورزی ۱۱/۸۳٪ (۱۲۲۲۹/۵۶ هکتار) و کاربری شهری ۹/۹۹٪ (۱۰۳۳۰/۲۹ هکتار) از سطح اراضی منطقه را شامل می‌شود. نتایج حاصل از تفسیر و طبقه‌بندی تصاویر (شکل ۸) همراه با ارزیابی میدانی نشان داد که کاربری کشاورزی با توجه به اطلاعات به دست آمده کشاورزی روندی افزایشی را نشان می‌دهد به طوری که از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۸ این روند افزایشی معنی‌دار بوده است. این کاربری حالت افزایشی را به خود گرفته است که این موضوع به دلیل ساخت و سازهای ویلا و ایجاد باغ‌های شخصی در منطقه بوده است. از دیگر دلایل توسعه کشاورزی در منطقه استفاده از آب سدهای موجود در منطقه که در سال‌های اخیر مورد بهره‌برداری قرار گرفته اند و حفر چاه‌ها و استفاده از منابع آب زیرزمینی در زمینه زراعت آبی باشد؛ و همین موضوع در مورد کاربری مناطق مسکونی نیز صدق می‌کند که شاهد افزایش ساخت و ساز در سال‌های اخیر در منطقه مورد مطالعه هم به دلیل افزایش جمعیت منطقه و هم به دلیل ساخت ویلا در این منطقه شهرستان بوشهر می‌باشیم. کاربری اراضی رها شده و بایر که اغلب

در اراضی مرطوب ساحلی است روند کاهشی داشته این موضوع می‌تواند به دلیل ایجاد پارک ساحلی در رودی شهر و همچنین تبدیل نوار ساحلی به پیاده‌رو باشد. کاربری فضای سبز در سال‌های مطالعه تغییر چندانی نداشته است که ناشی از عدم توجه به توسعه فضای سبز شهری در طول دوره مطالعه می‌باشد. کاربری اراضی مرتعی نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه بیش‌ترین سهم کاربری در طول مدت مورد مطالعه متعلق به این کاربری است و تغییرات آن متأثر از کشاورزی بوده است به طوری که با افزایش کشاورزی از سطح اراضی مرتعی کاسته و با کاهش کشاورزی مناطق بایر، اراضی شور و شن‌زارها افزایش یافته است. کاربری اراضی مرطوب نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر روند کاهشی دارد. راجانی و وارادارajan (۲۰۲۰) تغییرات کاربری و پوشش اراضی در منطقه کاداپا در دوره زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۶ را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصاویر لندست ۷ و ۸ پایش کردند. در این مطالعه کاربری اراضی در پنج کلاس آب، منطقه مسکونی، اراضی بایر، پوشش گیاهی کم و پوشش گیاهی متراکم طبقه‌بندی گردید. نتایج این مطالعه نشان دهنده افزایش ۲۴/۷ درصد در مناطق مسکونی و کاهش ۲/۸ درصد منابع آب، ۲/۶ درصد پوشش گیاهی پراکنده و ۲۵/۴ درصد پوشش گیاهی متراکم است؛ که نتایج این تحقیق با مطالعه حاضر در خصوص افزایش سطح مناطق مسکونی و کاهش اراضی مرطوب، مطابقت دارد.

جدول ۲- محدوده هر کلاس کاربری اراضی از تصاویر طبقه‌بندی شده

مساحت کاربری (هکتار)	سال		
	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۸
کشاورزی	۱۴۵۰/۹۸	۲۹۶۳/۴۳	۱۲۲۲۹/۵۶
بایر	۳۳۳۸/۹۱	۳۰۳۲/۰۱	۱۸۰۱/۷۱
فضای سبز	۴۶/۲۶	۴۵/۷۲	۹۸/۴۶
مرتع	۷۳۱۳۶/۲۵	۷۳۶۳۱/۴۳	۶۳۰۴۶/۷۱
شوره زار	۱۳۵۴۷/۸۸	۷۵۰۵/۰۱	۹۲۲۵/۹
شن زار	۴۱۰۷/۷۸	۲۸۷۱/۲۷	۲۱۷۷/۰۱
مسکونی	۴۴۷۸/۳۱	۶۰۷۱/۷۶	۱۰۳۳۰/۲۹
زمین مرطوب	۳۳۶۸/۴۳	۷۳۴۶/۸۸	۴۵۰۵/۵۸



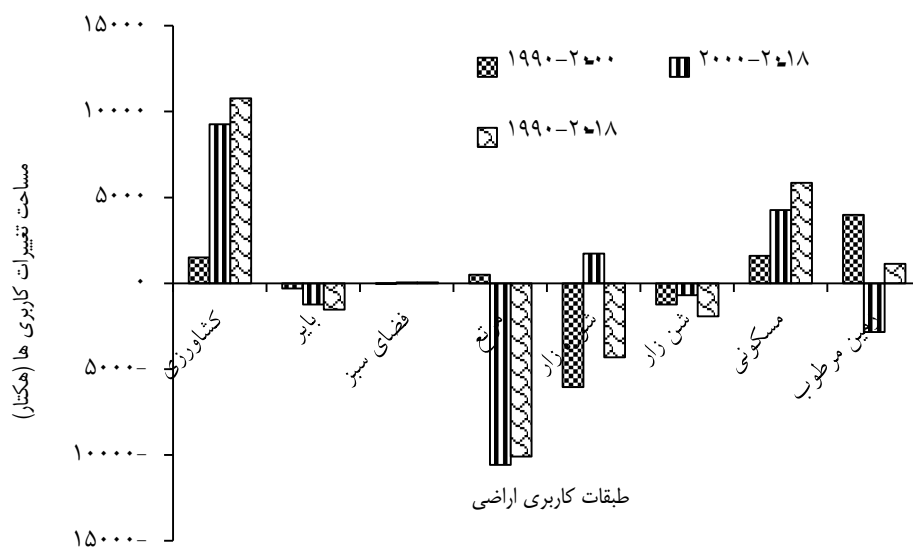
شکل ۸- مساحت کاربری‌های مختلف در طول دوره مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۸)

تغییرات کاربری در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که مساحت کاربری کشاورزی ۲۸/۴۵ هکتار با درصد تغییرات ۳۰/۲۳ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۱/۷۸ بوده است. مساحت اراضی بایر ۳/۷۷ هکتار با درصد تغییرات ۴/۰۱- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۲۴- بوده است. مساحت فضاهای سبز ۰/۱۶ و درصد تغییرات ۰/۱۷۰- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۰۱- بوده است. بیش‌ترین کاهش در تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری مرتع ۳۲/۵۱ هکتار با درصد ۳۴/۵۴- و نرخ سالانه ۲/۰۳- کاهش داشته است. اراضی شور ۵/۲۸ هکتار با درصد ۵/۶۱ و نرخ سالانه ۰/۳۳ افزایش داشته است. مساحت شن زارها ۲/۱۴ هکتار و درصد تغییرات ۲/۲۷- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۱۳- بوده است. مساحت مناطق مسکونی ۱۳/۰۷ هکتار با درصد ۱۳/۸۹ و نرخ سالانه ۰/۸۲ افزایش داشته است. مساحت زمین‌های مرطوب ۸/۷۲ هکتار با درصد ۹/۲۷ و نرخ سالانه ۰/۵۵- کاهش داشته است. در نهایت تغییرات کلی مساحت طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ (دوره ۱۸ ساله)، تغییرات معنی داری نداشته (۰/۱۷۹ هکتار) و در صد تغییرات ۰/۱۹- و نرخ سالانه تغییرات ۰/۰۱۱- می‌باشد (جدول ۳ و شکل ۹). روند تغییرات کاربری در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که

روند تغییرات کاربری در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ نشان می‌دهد که مساحت کاربری کشاورزی ۱۵۱۲/۴۵ هکتار با درصد تغییرات ۹/۹۷ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۰/۹۹۷- بوده است. مساحت اراضی بایر ۳۰۶/۹ هکتار با درصد تغییرات ۲/۰۲- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۲۰۲- بوده است. مساحت فضاهای سبز ۰/۵۴ و درصد تغییرات ۰/۰۰۳- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۰۰۳- بوده است. مساحت کاربری مرتع ۴۹۵/۱۸ هکتار با درصد ۳/۲۶ و نرخ سالانه ۰/۳۲۶- افزایش داشته است. بیش‌ترین کاهش در تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری اراضی شور ۶۰۴۲/۸۷ هکتار با درصد ۳۹/۸۴- و نرخ سالانه ۳/۹۸۴- می‌باشد. مساحت شن‌زارها ۱۲۳۶/۵۱ و درصد تغییرات ۸/۱۵- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۸۱۵- بوده است. مساحت مناطق مسکونی ۱۵۹۳/۴۵ هکتار با درصد ۱۰/۵۰ و نرخ سالانه ۱/۰۵ افزایش داشته است. مساحت زمین‌های مرطوب ۳۹۷۸/۴۵ هکتار با درصد ۲۶/۲۳ و نرخ سالانه ۲/۶۲۳- افزایش داشته است. در نهایت تغییرات کلی مساحت طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰، ۷/۲۹ و در صد تغییرات ۰/۰۵۳- و نرخ سالانه تغییرات ۰/۰۰۵۳- می‌باشد (جدول ۳ و شکل ۹). روند

با درصد تغییرات ۵/۴۱- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۲- بوده است. مساحت مناطق مسکونی ۱۵/۷۸ هکتار با درصد ۱۶/۳۹ و نرخ سالانه ۰/۶۱ افزایش داشته است. مساحت زمین‌های مرطوب ۳/۰۷ هکتار با درصد ۳/۱۹ و نرخ سالانه ۰/۱۲ افزایش داشته است. در نهایت تغییرات کلی مساحت طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ (دوره ۲۸ ساله)، تغییرات معنی‌داری نداشته (۰/۱۶۴- هکتار) و در صد تغییرات ۰/۱۷- و نرخ سالانه تغییرات ۰/۰۰۶- روند کاهشی داشته است (جدول ۳ و شکل ۹).

مساحت کاربری کشاورزی ۲۹/۰۷ هکتار با درصد تغییرات ۳۰/۱۹ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۱/۱۲ بوده است. مساحت اراضی بایر ۴/۱۵ هکتار با درصد تغییرات ۴/۳۱- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۱۶- بوده است. مساحت فضا‌های سبز ۰/۱۴ و درصد تغییرات ۰/۱۵ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۰/۰۱- بوده است. بیش‌ترین کاهش در تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری مرتع ۲۷/۲۱ هکتار با درصد ۲۸/۲۶- و نرخ سالانه ۱/۰۵- کاهش داشته است. اراضی شور ۱۱/۶۶ هکتار با درصد ۱۲/۱۱- و نرخ سالانه ۰/۴۵- کاهش داشته است. مساحت شن زارها ۵/۲۱ هکتار



شکل ۹- تغییرات کاربری اراضی در سه دوره زمانی (۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۸)

پوشش اراضی در طول دوره مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۸) را ارائه داد. تغییرات در اراضی کشاورزی در قسمت شمال غربی و جنوب منطقه مورد مطالعه در بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ افزایش محسوسی داشته است. عمده تغییرات فضا‌های سبز به مناطق مسکونی بوده است. ضریب کاپا برای نقشه سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸، به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۷ و ۰/۸۰ به دست آمد. نتایج ماتریس خطا برای ارزیابی نقشه‌های تولیدشده کاربری اراضی حاصل از ادغام تفسیر چشمی با نتایج طبقه‌بندی در جدول ۴ ارائه گردید. دقت کاربر برای نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی بین ۶۵ (اندرسون و سروی، ۱۹۷۶) و ۹۰ درصد مناسب است (شلبی و تاتیشی،

قبل از استفاده از نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای برای پایش تغییرات، اعتبار نقشه‌های تولیدی بر اساس داده‌های مرجع یا داده‌های واقعی ارزیابی گردید. پرکاربردترین روش ارزیابی صحت طبقه‌بندی در سنجش از دور، استفاده از ماتریس خطا است (ال-کاوی و همکاران، ۲۰۱۱). جهت تفسیر چشمی از ترکیب رنگی کاذب باندهای ۴، ۳، ۲ تصاویر لندست استفاده شد. شلبی و تاتیشی (۲۰۰۷) برای تهیه نقشه پایش پوشش و تغییرات کاربری اراضی در منطقه ساحلی شمال غربی مصر از ترکیب رنگی باندهای ۴، ۳، ۲ تصاویر لندست استفاده کردند. تفسیر چشمی ایده کلی در مورد اشکال تغییرات

بیشترین دقت تولیدکننده و بالاترین دقت کاربر در هر سه دوره بررسی به دلیل همگنی نسبی و ادغام تفسیر بصری با تصویر طبقه‌بندی شده علاوه بر اطلاعات بدست آمده از نقشه توپوگرافی کاربرهای فضای سبز و مرتع بیشترین توافق به این کاربری‌ها مربوط می‌شود (شلیبی و تاتیشی، ۲۰۰۷).

۲۰۰۷). زو و وودکاک (۲۰۱۴) در شناسایی و طبقه‌بندی پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سری زمانی لندست دوره زمانی ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۱ استفاده کردند. برای ارزیابی دقت تشخیص تغییرات، از ۲۵۰ نمونه تصادفی استفاده کردند. ارزیابی صحت نشان دهنده صحت طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی، با دقت تولیدکننده ۹۸٪ و دقت کاربر ۸۶٪ است. داده‌های ارائه شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که

جدول ۳- ماتریس تغییرات بین هر جفت نقشه کاربری اراضی در سه دوره زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸

طبقات کاربری اراضی	نرخ سالانه تغییرات (C _r)	درصد تغییرات (C _e)	مساحت تغییرات (C _a)
کشاورزی	۰/۹۹۷	۹/۹۷	۱۵۱۲/۴۵
بایر	-۰/۲۰۲	-۲/۰۲	-۳۰۶/۹
فضای سبز	-۰/۰۰۰۳	-۰/۰۰۳	-۰/۵۴
مرتع	۰/۳۲۶	۳/۲۶	۴۹۵/۱۸
اراضی شور	-۳/۹۸۴	-۳۹/۸۴	-۶۰۴۲/۸۷
شن زارها	-۰/۸۱۵	-۸/۱۵	-۱۲۳۶/۵۱
مسکونی	۱/۰۵	۱۰/۵۰	۱۵۹۳/۴۵
زمین مرطوب	۲/۶۲۳	۲۶/۲۳	۳۹۷۸/۴۵
جمع	-۰/۰۰۵۳	-۰/۰۵۳	-۷/۲۹
کشاورزی	۱/۷۸	۳۰/۲۳	۲۸/۴۵
بایر	-۰/۲۴	-۴/۰۱	-۳/۷۷
فضای سبز	۰/۰۱	۰/۱۷۰	۰/۱۶
مرتع	-۲/۰۳	-۳۴/۵۴	-۳۲/۵۱
اراضی شور	۰/۳۳	۵/۶۱	۵/۲۸
شن زارها	-۰/۱۳	-۲/۲۷	-۲/۱۴
مسکونی	۰/۸۲	۱۳/۸۹	۱۳/۰۷
زمین مرطوب	-۰/۵۵	-۹/۲۷	-۸/۷۲
جمع	-۰/۰۱۱	-۰/۱۹	-۰/۱۷۹
کشاورزی	۱/۱۲	۳۰/۱۹	۲۹/۰۷
بایر	-۰/۱۶	-۴/۳۱	-۴/۱۵
فضای سبز	۰/۰۱	۰/۱۵	۰/۱۴
مرتع	-۱/۰۵	-۲۸/۲۶	-۲۷/۲۱
اراضی شور	-۰/۴۵	-۱۲/۱۱	-۱۱/۶۶
شن زارها	-۰/۲۰	-۵/۴۱	-۵/۲۱
مسکونی	۰/۶۱	۱۶/۳۹	۱۵/۷۸
زمین مرطوب	۰/۱۲	۳/۱۹	۳/۰۷
جمع	-۰/۰۰۶	-۰/۱۷	-۰/۱۶۴

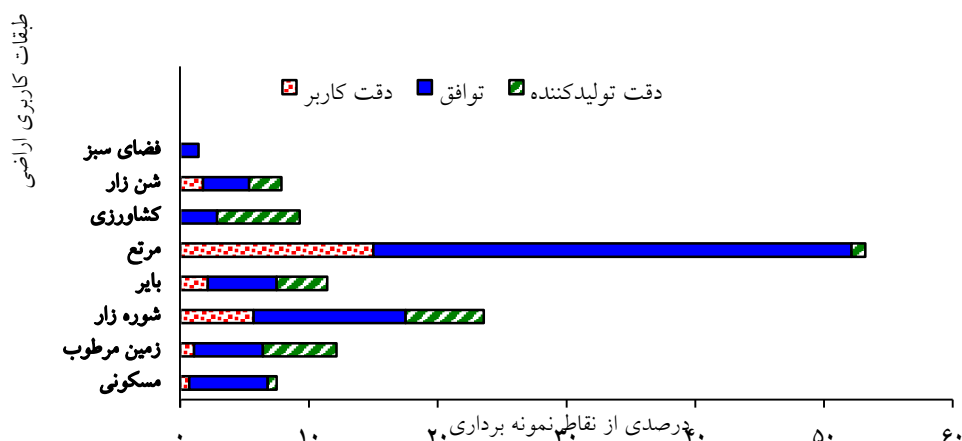
جدول ۴- ماتریس خطا و صحت کلی طبقه‌بندی برای تصاویر طبقه‌بندی شده (۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸)

طبقات کاربری اراضی	داده‌های مرجع									صحت طبقه‌بندی (%)	ضریب کاپا
	کشاورزی	مسکونی	مرتع	فضای سبز	شوره زار	شن زار	زمین مرطوب	بایر	دقت تولیدکننده	دقت کاربر	
کشاورزی	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۰/۸	۱۰۰	۰/۶۷
مسکونی	۰	۱۷	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۸۹/۵	۸۹/۵	
مرتع	۱۵	۰	۱۰۴	۰	۱۰	۷	۳	۷	۹۷/۲	۷۱/۲	
اطلاعات طبقه- فضای سبز	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	
بندی شده سال ۱۹۹۰ شوره زار	۰	۰	۱	۰	۳۳	۰	۱۲	۳	۶۶	۶۷/۳	
شن زار	۳	۰	۲	۰	۰	۱۰	۰	۰	۵۸/۸	۶۶/۷	
زمین مرطوب	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۱۵	۰	۴۸/۴	۸۳/۳	
بایر	۰	۲	۰	۰	۳	۰	۱	۱۵	۵۷/۷	۷۱/۴	
صحت کل								۷۳/۶			
کشاورزی	۱۰	۰	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۵۸/۸	۷۶/۹	۰/۷۷
مسکونی	۰	۲۳	۳	۰	۱	۰	۰	۲	۷۹/۳	۷۹/۳	
مرتع	۵	۲	۱۳۳	۰	۴	۳	۵	۰	۹۴/۳	۸۷/۵	
اطلاعات طبقه- فضای سبز	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	
بندی شده سال ۲۰۰۰ شوره زار	۰	۱	۰	۰	۱۸	۰	۴	۱	۷۵	۷۵	
شن زار	۲	۰	۰	۰	۰	۷	۰	۰	۶۳/۶	۷۷/۸	
زمین مرطوب	۰	۲	۳	۰	۰	۰	۲۷	۲	۷۵	۷۹/۴	
بایر	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱۶	۷۶/۲	۸۸/۹	
صحت کل								۸۳/۹			
کشاورزی	۳۱	۰	۲	۰	۱	۲	۲	۰	۸۶/۱	۸۱/۶	۰/۸۰
مسکونی	۰	۴۰	۱	۲	۰	۰	۲	۱	۹۷/۶	۸۷	
مرتع	۴	۰	۱۰۰	۰	۴	۳	۰	۲	۹۶/۲	۸۸/۶	
اطلاعات طبقه- فضای سبز	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۵۰	۱۰۰	
بندی شده سال ۲۰۱۸ شوره زار	۰	۱	۰	۰	۲۶	۰	۳	۲	۷۴/۳	۸۱/۳	
شن زار	۱	۰	۱	۰	۰	۱۱	۰	۰	۶۴/۷	۸۴/۶	
زمین مرطوب	۰	۰	۰	۰	۲	۱	۲۲	۲	۷۱	۸۱/۵	
بایر	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۲	۵	۴۱/۷	۵۵/۶	
صحت کل								۸۴/۶			

اعداد جدول تعداد نقاط نمونه‌های تعلیمی در هر کاربری اراضی است که برای تعیین صحت طبقه‌بندی استفاده شده است

تعداد نقاط نمونه در این کاربری‌ها در نقشه‌های تولید شده با تعداد نقاط همان کاربری در نقشه مرجع بیش‌ترین همگنی را دارد.

نمودار دقت تولیدکننده، دقت کاربر و توافق درصدی از نقاط نمونه‌برداری در طبقات کاربری اراضی سال ۲۰۱۸ (شکل ۱۰) نشان می‌دهد که بیشتر بودن مقدار توافق کاربری فضای سبز و مرتع به معنی این است که



شکل ۱۰- نمودار دقت تولیدکننده، دقت کاربر و توافق درصدی از نقاط نمونه برداری در طبقات کاربری اراضی سال ۲۰۱۸

نتیجه گیری

هدف این تحقیق کشف روند تغییر کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ در شهر بوشهر بود. پایش تغییرات فرآیند شناسایی اختلافات در وضعیت یک ویژگی یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف است. سنجش از راه دور ماهواره‌ای به دلیل امکان استفاده از داده‌های تکراری، یک فرمت رقومی مناسب برای پردازش کامپیوتری و روش‌های صحیح زمین مرجع کردن، یک منبع برای تشخیص، اندازه‌گیری و تهیه نقشه از الگوهای کاربری اراضی و پایش تغییرات است. در این تحقیق استفاده از سری‌های زمانی تصاویر لندست TM⁺، ETM و OLI برای اندازه‌گیری تغییرات کاربری نشان‌دهنده کاربرد مناسب استفاده از فناوری‌های جدید برای حل یک مشکل زیست‌محیطی مهم در مقیاس محلی است. شناسایی و پایش تغییرات توسط سنجش از دور، استفاده از چندین تصویر سری زمانی را برای ارزیابی تفاوت‌های رخ داده در کاربری اراضی در دوره‌های زمانی که به دلیل شرایط مختلف محیطی و اقدامات انسانی امکان مطالعه میدانی وجود ندارد را فراهم می‌کند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که استفاده موفق از سنجش از راه دور ماهواره‌ای برای تشخیص تغییر کاربری اراضی بستگی به درک کافی از

ویژگی‌های چشم انداز، سیستم‌های تصویربرداری و روش استفاده شده در رابطه با هدف تحلیل دارد.

در این مطالعه، هشت طبقه کاربری اراضی شناسایی و نقشه آنها تهیه گردید. نتایج نشان داد که تغییر کاربری که طی سه دهه گذشته اتفاق افتاده، به طور موثری بر تغییرات کاربری اراضی منطقه تأثیر گذاشته است. روند تغییرات کاربری در دوره مطالعه نشان می‌دهد که مساحت کاربری کشاورزی ۲۹/۰۷ هکتار با درصد ۳۰/۱۹ و سطح کاربری مسکونی ۱۵/۷۸ هکتار با درصد ۱۶/۳۹ افزایش داشته است. مساحت اراضی بایر ۴/۱۵ هکتار با درصد تغییرات ۴/۳۱-، اراضی شور ۱۱/۶۶ هکتار با درصد تغییرات ۱۲/۱۱- و شن‌زارها ۵/۲۱ هکتار با درصد ۵/۴۱- کاهش داشته است. افزایش در سطح کاربری کشاورزی و مسکونی قابل ملاحظه بود، درحالی‌که از سطح اراضی بایر، شوره‌زار و شن زار کاسته شده است.

با توجه به اینکه توسعه شهر بوشهر به صورت غیرمتمرکز بوده و باعث پراکندگی رشد شهری شده است. روند تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد که توسعه افقی شهر بوشهر در سال‌های اخیر در اراضی بایر و شور موجب انهدام این اراضی و صرف هزینه‌های بسیار زیاد جهت ایجاد بستر مناسب برای احداث شهرک‌ها در این اراضی شده است. در سه بازه زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸،

مفید بود، بلکه در تشخیص تغییرات مکانی کاربری اراضی مفید ضریب کاپا نقشه‌های سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۷ و ۰/۸۰ می‌باشد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر تحت طرح تحقیقی با کد ۹۴۶۵۴۶-۲ در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

مساحت کاربری محدوده ساخته شده افزایش یافته و مساحت اراضی بایر و اراضی شور کم شده است. بیشترین احتمال انتقال در تمام بازه‌های زمانی، تبدیل کاربری‌های بایر، اراضی مرطوب و شور به اراضی مسکونی است. صحت نقشه‌های تولیدی کاربری اراضی برای سه دوره مطالعه ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۷۳/۶، ۸۳/۹ و ۸۴/۶ درصد، نشان می‌دهد که ادغام تفسیر چشمی با طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر یک روش مؤثر برای شناسایی تغییرات در کاربری اراضی در محیط‌های شهری است. تفسیر تصویری نه تنها در افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر لندست

فهرست منابع

۱. اسدی، ا؛ اکبری، ا؛ شفیعی، ن، ۱۳۹۹، پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر قائن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نشریه برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)، ۱۰ (۱)، ۸۴-۶۷.
۲. خنامانی، ع؛ فتحی زاد، ح؛ حکیم زاده، م. ع، ۱۳۹۷، ارزیابی روند تغییر کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور و الگوریتم طبقه‌بندی شیء گرا (مطالعه موردی: دشت برتش دهلران، استان ایلام)، نشریه تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۵ (۴): ۷۳۴-۷۲۳.
۳. سودایی زاده، ح؛ جبالی، ع، ۱۳۹۹، پایش تغییرات سطح اراضی کشاورزی تحت سیستم اگروفارستری در باغبانغوثیه جیرفت، نشریه مدیریت اراضی، ۸ (۱): ۲۷-۱۳.
۴. صالحی، ن؛ اختصاصی، م. ر؛ طالبی، ع، ۱۳۹۸، پیش بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov (مطالعه موردی: حوزه آبخیز صفارود رامسر)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰ (۱): ۱۲۰-۱۰۶.
۵. محمودی، م. ع؛ امین خواه، س، ۱۳۹۷، تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و شبکه عصبی مصنوعی، نشریه تحقیقات آب و خاک ایران (نشریه علوم کشاورزی ایران)، ۴۹ (۵): ۱۱۸۰-۱۱۷۱.
6. Abdu HA. 2019. Classification accuracy and trend assessments of land cover-land use changes from principal components of land satellite images. International Journal of Remote Sensing, 40(4): 1275-1300.
7. Adhikary PP, Barman D, Madhu M, Dash CJ, Jakhar P, Hombegowda H, Naik B, Sahoo D, Beer K. 2019. Land use and land cover dynamics with special emphasis on shifting cultivation in Eastern Ghats Highlands of India using remote sensing data and GIS. Environmental monitoring and assessment, 191(5): 315.
8. Allam M, Bakr N, Elbably W. 2019. Multi-temporal assessment of land use/land cover change in arid region based on landsat satellite imagery: Case study in Fayoum Region, Egypt. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 14: 8-19. doi:https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.002.
9. Amiri F, Shariff ARBM. 2012. Spatial Change Detector (SCDv®10.1). University Putra Malaysia. In: University Putra Malaysia. (Copyright No. B197), 1-12.

10. Anderson JR, Survey G. 1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. US Geological Survey Professional Paper 964, Washington, DC., 28 p,
11. Arévalo P, Olofsson P, Woodcock CE. 2019. Continuous monitoring of land change activities and post-disturbance dynamics from Landsat time series: A test methodology for REDD+ reporting. Remote Sensing of Environment: Available online 29 January 2019. doi: 10.1016/j.rse.2019.2001.2013. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.013.
12. Bekele D, Alamirew T, Kebede A, Zeleke G, Melesse AM. 2019. Land use and land cover dynamics in the Keleta watershed, Awash River basin, Ethiopia. Environmental Hazards, 18(3): 246-265.
13. El-Kawy OA, Rød J, Ismail H, Suliman A. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. Applied Geography, 31(2): 483-494.
14. Evans MJ, Malcom JW. 2019. Automated Habitat Change Detection Methods using Satellite Data to Improve Conservation Law Implementation. bioRxiv: 611459.
15. Fu Y, Li J, Weng Q, Zheng Q, Li L, Dai S, Guo B. 2019. Characterizing the spatial pattern of annual urban growth by using time series Landsat imagery. Science of The Total Environment, 666: 274-284.
16. Gao J, Liu Y. 2010. Determination of land degradation causes in Tongyu County, Northeast China via land cover change detection. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12(1): 9-16.
17. García-Álvarez D, Van Delden H, Olmedo MTC, Paegelow M. 2019. Uncertainty Challenge in Geospatial Analysis: An Approximation from the Land Use Cover Change Modelling Perspective. In: Geospatial Challenges in the 21st Century. Springer, pp 289-314.
18. Grădinaru SR, Kienast F, Psomas A. 2019. Using multi-seasonal Landsat imagery for rapid identification of abandoned land in areas affected by urban sprawl. Ecological indicators, 96: 79-86.
19. Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez EP, Gao X, Ferreira LG. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 83(1-2), 195-213.
20. Kabisch N, Selsam P, Kirsten T, Lausch A, Bumberger J. 2019. A multi-sensor and multi-temporal remote sensing approach to detect land cover change dynamics in heterogeneous urban landscapes. Ecological Indicators, 99: 273-282.
21. Liu Y, Peng J, Wang Y. 2017. Diversification of land surface temperature change under urban landscape renewal: a case study in the main city of Shenzhen, China. Remote Sensing, 9(9), 1-19.
22. Rajani A, Varadarajan S. 2020. LU/LC Change Detection Using NDVI & MLC Through Remote Sensing and GIS for Kadapa Region. In: Mallick PK, Balas VE, Bhoi AK, Chae G-S (eds) Cognitive Informatics and Soft Computing, Singapore, Springer Singapore, pp 215-223.
23. Pontius Jr RG. 2018. PontiusMatrix21.xlsx (Workbook). www.clarku.edu/~rpontius.
24. Robert S, Fox D, Boulay G, Grandclément A, Garrido M, Pasqualini V, Prévost A, Schleyer-Lindenmann A, Trémélo M-L. 2019. A framework to analyse urban sprawl in the French Mediterranean coastal zone. Regional Environmental Change, 19(2): 559-572.
25. Rwanga SS, Ndambuki J. 2017. Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS. International Journal of Geosciences, 8(04): 611.
26. Shalaby A, Tateishi R. 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. Applied Geography, 27(1): 28-41. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2006.09.004.
27. Shiferaw H, Bewket W, Alamirew T, Zeleke G, Teketay D, Bekele K, Schaffner U, Eckert S. 2019. Implications of land use/land cover dynamics and Prosopis invasion on ecosystem service values in Afar Region, Ethiopia. Science of The Total Environment, 675: 354-366.

28. Syariz MA, Lin B-Y, Denaro LG, Jaelani LM, Van Nguyen M, Lin C-H. 2019. Spectral-consistent relative radiometric normalization for multitemporal Landsat 8 imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 147: 56-64.
29. Um J-S. 2019. Imaging Sensors. In: Um J-S (ed) *Drones as Cyber-Physical Systems: Concepts and Applications for the Fourth Industrial Revolution*. Springer Singapore, Singapore, pp 177-225.
30. Wang Y, Ziv G, Adami M, Mitchard E, Batterman SA, Buermann W, Marimon BS, Junior BHM, Reis SM, Rodrigues D. 2019. Mapping tropical disturbed forests using multi-decadal 30 m optical satellite imagery. *Remote sensing of environment*, 221: 474-488.
31. Yang G, Chao S, Tsou JY, Zhang Y. 2019. Satellite Image-Based Methods of Spatiotemporal Analysis on Sustainable Urban Land Use Change and the Driving Factors: A Case Study in Caofeidian and the Suburbs, China. *Sustainability*, 11(10): 2927.
32. Yin H, Prishchepov AV, Kuemmerle T, Bleyhl B, Buchner J, Radeloff VC. 2018. Mapping agricultural land abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat time series. *Remote sensing of environment*, 210: 12-24.
33. Zhu Z, Woodcock CE. 2014. Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote sensing of environment*, 144:152-171.

Classification and Analysis of Land Use Changes in Urban Environments Using Multi-temporal Landsat Images: A Case Study of Bushehr

F. Amiri and T. Tabatabaie¹

Associate Professor, Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran. famiri@iaubushehr.ac.ir

Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran. tabatabaie@iaubushehr.ac.ir

Received: September 2020, and Accepted: March 2021

Abstract

The complicated relationship between land use (LU) and environmental factors influences human livelihood; hence, it is essential to monitor LU changes and to prepare pertinent maps due to their relevance to such vital fields as urban planning, climate change, and environmental monitoring. In this study, a supervised classification was applied to three Landsat images collected over time (1990, 2000, and 2018) in order to derive the data on land use changes in Bushehr region. The supervised classification results were further improved by employing image enhancement and classification accuracy of the Landsat images was enhanced by visual interpretation to enhance. Finally, eight LU categories were identified and mapped. It was found that land reclamation projects over the last three decades had had drastic effects on LU changes throughout the study area. Land use changes during the study period show increasing trends as evidenced by the 29.19 hectares of agricultural land with a rise of 30.19% and the 15.78 hectares of urban and rural residential land with a rise of 16.39%. In contrast, declines are observed in barren land covering 4.15 hectares with a change of -4.31%, salty land covering 11.66 hectares with a negative change of -12.11, and sandy land covering 5.21 hectares with a change of -5.41. Hence, agricultural land area as well as urban and rural residential areas show significant increases whereas barren, salty, and sandy land areas show decreases. These changes in LU reflect regional policies and the dynamics of human impacts (agricultural and construction activities) on land use changes in the study region. Identifying the causes underlying these changes, the present article tries to formulate policy recommendations toward improved land use management.

Keywords: Change trend, Multi-temporal assessment, Multispectral image, Remote sensing, GIS

¹-Corresponding author: Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran.

Quality of Industrial Effluents from Plants in Northeast Isfahan for Agricultural Reuse

H. R. Rahmani¹ and B. Zamani Kebrabadi

Assistant Professor, Soil and Water Department, Agricultural and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran. hrhr@gmail.com
PhD Graduate, Silviculture and Forest ecology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, I. R. Iran. zamanikebrabadi67@gmail.com

Received: February 2020, and Accepted: July 2021

Abstract

Housing large and heavy industries, Isfahan Province is facing water shortage, encouraging investigations aimed at reusing industrial effluents in agriculture. Using average values obtained from tests of samples taken every 15 days over a period of two months from industrial effluents in northeast Isfahan, the present descriptive cross-sectional study was implemented to determine whether the effluents would pass quality standards for agricultural reuse. The average values of BOD, COD, TSS, pH, and turbidity as well as Fe, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, Cu, Vanadium, Ag, Mn, and Nickel concentrations in addition to total and fecal coliform counts were compared with the quality standards recommended by EPA. It was found that average BOD, COD, TSS, pH, and turbidity values did not exceed standard values while total coliform counts as well as oil, fat, detergent, and heavy metal (e.g., cadmium, copper, vanadium, and cobalt) contents in some samples did exceed the relevant allowable limits. Based on the results obtained, the treated effluents exhibited certain limitations (e.g., high cadmium, copper, vanadium, and cobalt contents) that need to be addressed before reuse in agricultural irrigation. To avoid the adverse environmental effects of the effluents on soil, they may be recommended for irrigating non-edible trees and industrial plants such as cotton.

Keywords: Cd, Total coliform, Biological Oxygen Demand, pH

¹ Corresponding author: Soil and Water Department, Agricultural and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran.

Factors Affecting Biofertilizer Application by Farmers in Yengijeh, Zanzan

H. Gholami, E. Gholifar, R. Lavaei Adaryani, and J. Ghasemi¹

Assistant Professor; Agricultural Training and Extension Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO); Tehran, Iran. hagholami@ut.ac.ir

PhD in Agricultural Extension and Education. Tarbiat Modares University, Iran. ehsan.gholifar@yahoo.com

PhD in Agricultural Development, Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran, Iran. lavaeirasool@ut.ac.ir

Assistant Professor; Agricultural Training and Extension Institute; Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO); Tehran, Iran. Ja.ghasemi@areeo.ac.ir

Received: June 2020, and Accepted: July 2021

Abstract

Application of biofertilizer is governed by different factors whose identification and knowledge will play a great role in farmer acceptance of the fertilizers. The present quantitative study was conducted to identify the factors involved in the use of biofertilizers by farmers in Yengijeh village, Zanzan, Iran. The statistical population consisted of all the local farmers (N=313). Using Yamane formula, the sample size was calculated at 175 but data were ultimately collected from 165 farmers through the convenience sampling method. For this purpose, a questionnaire was used whose face validity had been approved by an expert panel and its reliability was computed via Cronbach' alpha ($\alpha > 0.7$). Binary logit regression was employed to examine the effects of two categories of variables on biofertilizer consumption; these included farmers' individual characteristics (including attitude toward and knowledge about biofertilizers and communication channels) and perceived innovation characteristics (including compatibility, trialability, observability, complexity, and relative advantage). Results revealed that while the three innovation characteristics of trialability, observability, and complexity had significant effects on fertilizer consumption, farmers' individual characteristics had none whatsoever.

Keywords: Biofertilizer, Trialability, Observability, Complexity

¹ - Corresponding author: Agricultural Training and Extension Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Feasibility of Using Insect Frass to Improve Soil Fertility

A. Arbab¹

Associate Professor, Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan-Iran. abbasrabab@hotmail.com

Received: June 2020, and Accepted: July 2021

Abstract

Insects are the most abundant organisms associated with plants and soil. Mass rearing of insects to supply animal feed has provided access to insect frass as a new source of organic fertilizer. The chemical composition of insect frass (i.e., proper amounts of organic nitrogen, soluble carbon, and nutritional elements as well as a low carbon to nitrogen ratio) and its physical properties (fine size and layered structure) have given rise to an increasing interest in their potential use for enhancing soil fertility and developing novel organic products. In addition to its being a rich source of plant nutrients, insect frass not only contains beneficial microorganisms such as some species of *Bacillus* and *Pseudomonas* bacteria but is also the only source of chitin available to plants to improve their resistance to biotic (insects and nematodes) and abiotic (drought and salinity) stresses. Current studies in the field are focused on the two industrial insects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) and mealworm (*Tenebrio molitor*). The results have shown that application of 5-10 tons of frass from these two insects per hectare of farm soil increases the yield, both in quantity and quality, in such important crops as rapeseed, barley, rye grass, corn, and sugar beet. Given the nationwide rise in the mass rearing of industrial insects, it is instructive to accelerate the development of appropriate methods and standards for their application as a fertilizer.

Keywords: Insect frass, Soil fertility, Organic fertilizer, Biofertilizer

¹- Corresponding author: Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan-Iran.

Water and Soil Productivity in the Crop Rotations Practiced in Isfahan Province

A. H. Jalali¹ and A. R. Nikooie

Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran. jalali51@yahoo.com

Assistant Professor, Socioeconomic and Extension Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran. anikooie@yahoo.com

Received: July 2020, and Accepted: October 2020

Abstract

For the purposes of this study, data were collected using a questionnaire on crop rotations in Isfahan Province alongside field observations and commonly used indices. It was found that the rotations common in all the three cold, temperate, and warm climatic zones identified in the province were often short-termed with two or three crops grown. The temperate zone, however, is characterized by 30 dominant types of rotation. Land use efficiencies of 43-98%, 60-95%, and 50-81% were recorded for the temperate, warm and cold zones, respectively. Production efficiency in the rotations was found to have declined to levels below 40 kg per rotation day depending on the type of crop grown, cultivation of small grains such as wheat and barley or certain oilseeds such as rapeseed and safflower, and fallow periods allowed between rotations. The presence of high-yield forage crops (such as fodder corn), especially when combined with tuberous crops (such as sugar beet) and summer crops (such as watermelon and honeydew melon), was found to increase the production efficiency of the rotations (sometimes to more than 200 kg day⁻¹ in the temperate zone). Water productivity in crop rotations across the three zones rarely ever exceeded 6 kg m⁻³. Crop diversification in the rotations, therefore, seems to be the most urgent measure that should be taken in the three climatic zones. Finally, more extensive cultivation of tuberous crops in the temperate and warm zones as well as wider growth of pulses in the cold zones seem not only to be feasible but also economically rewarding.

Keywords: Fallow, Land use efficiency, Production efficiency, Water productivity

¹-Corresponding author: Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran.

Impacts of nutrition management on wheat yield

M. M Tehrani¹, L. Rezakhani, Gh. A. Keykha, M. Ghazaeen,

A. R. Jafarnejadi, J. Mirzavand, and F. Navabi

Assistant Professor, Department of Soil Fertility Chemistry and Plant Nutrition, Soil and Water Research Institute, Iran. mtehrani2000@yahoo.com

Researcher, Department of Soil Fertility and Plant Nutrition, Soil and Water Research Institute, Iran. leila.rezakhani@yahoo.com

Researcher, Department of Soil and Water Research, Sistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran. keykha53@yahoo.com

Researcher, Department of Soil and Water Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran. ghazaeen@yahoo.com

Associate Professor, Department of Soil and Water, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran. arjafarnejady@gmail.com

Assistant Professor, Department of Soil and Water, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran. j_mirzavand@yahoo.com

Researcher, Department of Soil and Water, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Iran. fanavabi@yahoo.com

Received: October 2020, and Accepted: July 2021

Abstract

In order to determine the effects of optimal fertilizer application on wheat yield quantity and quality relative to farm reference values, this study was conducted in 2016-17 as a research-extension pilot over a control plot of 5000 m² and an equal plot of optimal nutrition treatment on four farm fields in the four provinces of Khuzestan, Fars, Sistan, and Golestan. Prior to wheat cultivation, soil samples from a depth of 0-30 cm were taken from each field using the combined sampling method and fertilizers were applied on the treatment plots based on soil test results. Other farm operations (including tillage, irrigation, cultivation, and cultivar selection as well as pest, disease, and weed control) were carried out following local farmer practices. Using the quadrant sampling method, three samples were taken from each wheat plot in each region (both treatment and control) to measure such traits as plant height, number of grains per panicle, panicle length, weight of one thousand seeds, biological yield, and grain yield. It was found that optimal nutrition of wheat cultivations based on soil test results had positive effects on panicle length, biological yield, and grain yield but no significant effects on other traits. Specifically, grain yield in experimental treatments across the four provinces showed a significant mean increase of 21.3% relative to those measured in farms under local farmer practices. It may be concluded that combined application of basic fertilizers, biofertilizers, and growth stimulants in accordance with diets based on soil test results should be practiced in the study regions if reduced use of chemical fertilizers, improved cost-effectiveness, and increased wheat grain yield are sought.

Keywords: Optimal fertilizer application, Soil test, Wheat pilot

¹-Corresponding author: Soil and Water Research Institute, Iran.

A Survey of Conservation Agriculture in the World with Focus on Argentina as a Successful Case

R. Fathi¹, M. A. Asoodar, and M. Ghasemi Nejad

PhD Student of Agricultural Mechanization Engineering, Agricultural Engineering Faculty, Agricultural Sciences & Natural Resources University of Khuzestan. rostamfathi63@gmail.com

Professor, Department of Agricultural Machinery and Mechanization, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. asoodar@asnrukh.ac.ir

Associate Professor, Department of Agricultural Machinery and Mechanization. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. ghasemi.n.m@asnrukh.ac.ir

Received: July 2020, and Accepted: July 2021

Abstract

Conservation agriculture is a relatively new system aimed at enhancing productivity and achieving sustainable agriculture. It represents the main components of an alternative pattern of farm production that necessitates radical changes in production methods. It is the objective of the present study to explore the status of conservation agriculture on a global scale and to investigate its current status in Argentina as one of its successful examples. The research method employed is 'best practice research' that is way between systematic review and narrative review. Results indicate that conservation agriculture is winning public acceptance and gaining ground as an emerging system due to its potentials for enhancing productivity and efficiency, reducing production costs, and increasing profitability as well as its higher flexibility toward environmental stresses, soil erosion and degradation, and increased production of soil organic matter; as such the cultivated area under conservation farming rose from 2.8 million ha in 1973 to more than 180 million ha in 2016 the world over. In Argentina, where private associations have played a key role in its development and promotion, conservation agriculture has come to be recognized as one of the most important developments in agriculture over the last few decades. A final finding of the present study indicates that public acceptance of conservation farming presupposes a change in the behavior of all the stakeholders and that such tools as testing, learning, accepting, and adapting play vital roles in its success.

Keywords: Argentina, No-tillage, Soil conservation, Sustainable production

¹-Corresponding author: Agricultural Sciences & Natural Resources University of Khuzestan.

Irrigation Systems and Land Management in Hawraman Region: A Case Study of Orchards in Nowdeshah

K. Amini¹

MSc in Geography and Rural Planning .Amini.koorosh@yahoo.com

Received: December 2019, and Accepted: October 2020

Abstract

As a vital source of life, water has been attached a great value and always regarded as sacred among peoples. It is also one of the most valuable and decisive factors in horticultural activities. The present article investigates the traditional irrigation system in the city of Nowdeshah based on the criteria and traditions observed by their ancestors. As the most common and effective system, the traditional Ajin irrigation system has a history of centuries and is still in use in its original form both across the whole Hawraman region and in Nowdeshah in particular. With subsistence fruit raising and traditional livestock breeding as their main sources of livelihood, the inhabitants in Hawraman use a regular and accurate irrigation system that has evolved through traditional rules and has its own water exploitation and allocation methods with extremely rich social aspects. In collective water exploitation in this system, water sharing groups are formed consisting of a certain number of farmers who share a specified number of irrigation hours in each water cycle. A salient feature of the system in Nowdeshah is efficient irrigation during low water seasons since irrigation timing and quantity are governed by such local factors as climatic conditions, product type, growth stage, tree yield, soil properties (e.g., water holding capacity), and the extent of vertical and horizontal development of tree roots. Overall, the irrigation system in this region has its roots in the local culture, indigenous knowledge, and environmental and climate conditions.

Key words: Hawraman, Nowdeshah, Gardening, Irrigation, Indigenous knowledge

¹- Corresponding author: Kermanshah, Nowdeshah City

The role of small farms in food security and their socio-cultural and environmental functions

F. Asgari Bozayeh¹, A. Tahmasebi, P. Mohammadpour Doabsari, and H. Gholami Fakhbi

Researcher, Department of Socio-Economic and Extension Research; Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO); Rasht; Iran. f.askari@areo.ir

Assistant Professor of Geography and Rural Planning, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran. asghar@khu.ac.ir

Assistant Professor, Department of Forestry, Rangeland, and Watershed Research; Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO); Rasht, Iran. Arezo_ebadat@yahoo.com

Researcher, Department of Socio-Economic and Extension Research; Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. hamid.gholami45@yahoo.com

Received: July 2020, and Accepted: July 2021

Abstract

The debate over small farm agriculture at both international and regional levels is witnessing a shift in attitude toward smallholder farming and peasant households; indeed, the new approach considers small farms as a major solution to poverty and hunger rather than their cause. However, small-scale agriculture is facing such escalating challenges as expanding economic interactions and competitions, market economy, demand-driven agriculture, and lower global prices of large-scale farm products so that its future has become a topic of much discussion among the global academic and policy-making circles. Advocates of small-scale agriculture, in contrast, argue for its functions in and positive impacts on food security, production efficiency, income promotion, and poverty alleviation as well as its environmental, social, and cultural benefits. The present paper will scrutinize each of these aspects. Among the measures proposed for promoting and re-establishing small-scale farming are included explication of distorted and ostensible policies raised against small-scale agriculture, social recognition of the practice, development of a market strategy for this type of farming, promotion of part-time farming, formulation of a remuneration system for ecosystem services, and provision of local public services supplied to such farmers.

Keywords: Small-scale agriculture, Family farming, Small farms.

¹-Corresponding author: Department of Social and Extension Research; Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center; Agricultural Research, Education, and Extension Organization (AREEO); Rasht, Iran.

Variations in soil characteristics due to a paddy field land consolidation project in Mazandaran Province

A.Charati ¹, M.R. Ramzanpour, and M. Shahabian

Assistant Professors, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sari, Iran. acherati@yahoo.com

Assistant Professors, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sari, Iran. mrramezanpour@yahoo.com

Assistant Professors, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sari, Iran. m.shahabian@areeo.ac.ir

Received: January 2020, and Accepted: October 2020

Abstract

This study was carried out to investigate and monitor variations in soil characteristics as a result of a paddy field consolidation project executed in Mavaremkola, Ghaemshahr City, Mazandaran. For this purpose, soil characteristics were evaluated before and after the consolidation project in two large plots: Plot 1, where soil was displaced at a low to moderate rate, and Plot 2, where soil was displaced at a high rate. Meshes 10×10 m were created along the longitudinal axes of the plots from which samples of the composite soil were collected before and after land leveling operations to determine their physico-chemical characteristics according to the standard methods recommended by Soil & Water Research Institute (Iran). Results revealed changes in certain soil characteristics as a result of the land leveling operations such that significant reductions were observed in phosphorus and potassium contents of the soil from Plot 1 (with low to moderate soil displacement) but none in that from Plot 2 (with high soil displacement). The operations were found to induce significant decreases in soil organic content in both plots. This is while soil EC increased and pH decreased in both plots but trace micronutrients such as iron, manganese, zinc, and copper in either plot remained unaffected as a result of land leveling operations. The relative reduction in organic carbon observed in this study was attributed to the non-standard land leveling of paddy fields and the use of high-quality topsoil for making access roads and plot borders, indicating that the consolidation project led to a relative decline in soil quality.

Keywords: Land consolidation, Soil characteristics, Land leveling, Soil displacement

¹ - Corresponding author: Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Sari, Iran.

Factors Affecting Agricultural Land Use Change in Bavi County, Khuzestan Province

M. Mousavi and M. Yazdanpanah¹

PhD Student, Faculty of Agricultural Engineering and Rural Planning, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khuzestan, Iran. Marziehmousavi66@yahoo.com

Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agricultural Engineering and Rural Planning, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khuzestan, Iran. masoudyazdan@gmail.com

Received: August 2020, and Accepted: October 2020

Abstract

Land use change is a major challenge to agricultural production that has intensified in recent years. The problem will in the long run have severe economic, social, and environmental repercussions for rural areas and beyond. Identification of the many factors involved allows for effective policies to be formulated and executed in order to reduce the adverse impacts. It is the purpose of this qualitative study to analyze the factors affecting agricultural land use change in Bavi County, Khuzestan. The statistical population used in this study comprises local farmers who committed either authorized or unauthorized land use changes. Sampling is accomplished using the 'snowball' method and data are collected through interviews with users. Analysis of the data thus collected reveals that economic, social, legal, and regulatory factors as well as indiscriminate spatial development may be identified as the causes underlying agricultural lands use changes. Based on the results obtained, recommendations are finally formulated to improve upon the current indiscriminate land use change in the study area.

Keywords: Agricultural land, Land use change, Bavi County

¹-Corresponding author: Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agricultural Engineering and Rural Planning, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khuzestan, Iran.

Futurology of Hobby Farm Development in Agricultural Zones (The Case of Kermanshah Province)

Sh. Geravandi¹

Assistant Professor, Department of Agricultural Education & Extension, Faculty of Agriculture, Razi University,
Kermanshah, Iran. sh.geravandi1@gmail.com

Received: July 2020, and Accepted: October 2020

Abstract

Hobby farms or second rural homes account for a new kind of urban life that is growing rapidly in suburban areas due to their relative vicinity to urban areas and pleasant climate. Recent years have witnessed a rapid growth of such second homes across Iran, in general, and in Kermanshah Province, in particular. Surveys indicate that a great portion of such residences lack the required construction permits; hence, their development might have dire environmental and economic consequences for the target rural areas. It was the objective of the present study to investigate the future trend of hobby farm development in agricultural zones in Kermanshah Province. For this purpose, the Fuzzy Delphi method was used in three rounds. For population studies, 20 experts in land use conservation were selected based on criterion sampling. Moreover, expert answers were converted into definitive quantities using the fuzzy statistical method. The findings showed that environmental pollution due to wastewater release and waste disposal into agricultural environments, land use changes leading to farms or orchards being wiped out, rising farm land prices, and increasing unemployment in rural areas are among the already known consequences that are highly likely to occur in future. The manuscript concludes with practicable suggestions to planners and authorities as measures to reduce the irreparable consequences; these include adopting deterrent measures and punitive laws to ban land sales, implementing participatory programs, and empowering local communities to preserve their agricultural property.

Key words: Land use, Consequences, Hobby farm, Counter-urbanization, Fuzzy Delphi

¹-Corresponding author: Department of Agricultural Extension & Education, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.

**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil and Water Research Institute**

Journal of Land Management

Vol. 9, No. 1
2021

Manager-in-Charge: Hadi Asadi Rahmani, PhD
Director General, Soil and Water Research Institute

Editor-in-Chief: Hossein Besharati, PhD
Professor, Soil and Water Research Institute

Editorial Board

Naser Aliasgharzad, PhD	Professor, Faculty of Agriculture, Tabriz University
Hossein Asadi, PhD	Associate Prof., College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University
Hossein Besharati, PhD	Professor, Soil and Water Research Institute
Hossein A. Bahrami, PhD	Associate Prof., Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University
Mohammad R. Balali, PhD	Assistant Prof., Soil and Water Research Institute
Manuchehr Gorji, PhD	Professor, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University
Mohammad A. Hajabbasi, PhD	Professor, Faculty of Agriculture, Isfahan Industrial University
Mohammad H. Mohammadi	Associate Prof., College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University
Aziz Momeni, PhD	Associate Prof., Soil and Water Research Institute
Mohammad H. Roozitalab, PhD	Associate Prof., Agricultural Research, Education and Extension Organization
Saeed Saadat, PhD	Assistant Prof., Soil and Water Research Institute
Mohammad R. Shahpasand, PhD	Imam Khomeini Higher Education Center

Executive Manager: Farhad Moshiri
Type and Design: Fatemeh Aghajani

Postal Address: P. O. Box: 317793545, Karaj – IRAN
Tel / Fax: 026-36220160
Soil and Water Research Institute Website: www.swri.ir
Journal Website: <http://lmj.areo.ir>

Journal of Land Management



ISSN: 2345-6205

Volume 9/ No. 1/ 2021

Subject	Page
Futurology of Hobby Farm Development in Agricultural Zones (The Case of Kermanshah Province)..... <i>Sh. Geravandi</i>	1
Factors Affecting Agricultural Land Use Change in Bavi County, Khuzestan Province..... <i>M. Mousavi and M. Yazdanpanah</i>	2
Variations in soil characteristics due to a paddy field land consolidation project in Mazandaran Province..... <i>A. Charati, M.R. Ramzanpour, and M. Shahabian</i>	3
The role of small farms in food security and their socio-cultural and environmental functions.... <i>F. Asgari Bozayeh A. Tahmasebi, P. Mohammadpour Doabsari, and H. Gholami Fakhbi</i>	4
Irrigation Systems and Land Management in Hawraman Region: A Case Study of Orchards in Nowdeshah..... <i>K. Amini</i>	5
A Survey of Conservation Agriculture in the World with Focus on Argentina as a Successful Case..... <i>R. Fathi, M. A. Asoodar, and M. Ghasemi Nejad</i>	6
Impacts of nutrition management on wheat yield..... <i>M. M Tehrani, L. Rezakhani, Gh. A. Keykha, M. Ghazaeen, A. R. Jafarnejadi, J. Mirzavand, and F. Navabi</i>	7
Water and Soil Productivity in the Crop Rotations Practiced in Isfahan Province..... <i>A.H. Jalali and A. R. Nikooie</i>	8
Feasibility of Using Insect Frass to Improve Soil Fertility..... <i>A. Arbab</i>	9
Factors Affecting Biofertilizer Application by Farmers in Yengijeh, Zanjan..... <i>H. Gholami, E. Gholifar, R. Lavaei Adaryani, and J. Ghasemi</i>	10
Quality of Industrial Effluents from Plants in Northeast Isfahan for Agricultural Reuse..... <i>H. R. Rahmani and B. Zamani Kebrabadi</i>	11
Classification and Analysis of Land Use Changes in Urban Environments Using Multi-temporal Landsat Images: A Case Study of Bushehr..... <i>F. Amiri and T. Tabatabaie</i>	12