

عنوان پروژه:

همکاری در احیای دریاچه ارومیه با مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی

عنوان گزارش:

بررسی اثربخشی فعالیتهای تکنیکهای بهزراعی و بهنژادی برای کاهش آب آبیاری

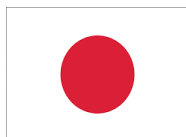
(شامل سایتهای فاز پنجم)

ماه و سال ارسال:

فروردین ۱۳۹۸

نام شرکت مجری:

شرکت ژینگ آب هوشمند پارس



طرح حفاظت از تالابهای ایران



سازمان حفاظت محیط زیست

چکیده جامع

طرح «همکاری در احیای دریاچه‌ی ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی» به‌عنوان یکی از فعالیت‌های احیاء دریاچه ارومیه بوده که در آن سازمان محیط‌زیست کشور با همکاری وزارت جهاد کشاورزی کوشش کرده تا با آموزش و مشارکت کشاورزان منطقه، اقدام به تغییراتی در شیوه‌ی کشاورزی سنتی در راستای افزایش بهره‌وری آب در مزارع، ضمن حفظ منافع و درآمد کشاورزان منطقه نموده تا با صرفه‌جویی در آب‌آبیاری در سطح مزرعه به تأمین بخشی از حق‌آبه‌ی دریاچه‌ی ارومیه نیز کمک شود. دفتر حفاظت از تالاب‌های ایران از سال ۱۳۹۱ تلاش کرده است تا با ورود به جوامع بهره‌برداران و ارزیابی وضعیت موجود، نسبت به معرفی تکنیک‌های مختلف برای کاهش مصرف آب در سطح مزارع اقدام کند. در این راستا تکنیک‌های مختلف به‌زراعی و به‌نژادی شامل روش‌های خاک‌ورزی، تغییر در ابعاد کرت‌های زراعی، استفاده از بذورهای بوجاری شده و استفاده از بذور با دوره‌ی رشد کوتاه‌تر، اصلاح رژیم کودی، رقم گیاه زراعی و باغی، تاریخ کاشت، مدیریت تغذیه در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در قالب طرح‌های مقایسه‌ای و طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۳ اجرا شد. هم‌زمان با اجرای پروژه یک تیم پایش مسئولیت بررسی اثربخشی این اقدامات را به عهده گرفت. لازم به ذکر است، در طول اجرای پروژه تیم پایش فعالیت‌های زیادی را برای حسن اجرای تکنیک‌ها، معرفی تکنیک‌های جدید، شناسایی اولویت‌های آموزشی و ارتقاء توانمندی کارشناسان در منطقه به انجام رسانید. بررسی اثربخشی بر اساس شاخص‌های حجم آب‌آبیاری و افزایش عملکرد محصول، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب انجام شده است.

در فاز اول پروژه در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی انجام شد. نتایج نشان داد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در کاهش حجم آب‌آبیاری و افزایش عملکرد محصول، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب ۱۶/۵، ۱۵/۴، ۳۸/۱، ۱/۳، ۱۴/۴ درصد اثربخش بودند. بیشترین اثربخشی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بر بهره‌وری آب‌آبیاری به‌میزان ۳۸/۱ درصد حاصل شده است. بررسی اثربخشی تکنیک‌ها به تفکیک محصول نشان داد بیشترین سهم اثربخشی در کاهش آب‌آبیاری را در زراعت گندم با ۲۲ درصد داشته است و کمترین اثربخشی در محصول سیب به‌میزان ۳/۷ درصد مشاهده شد. پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد به‌میزان ۱۵/۴ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی شده است و بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد در زراعت جو به‌میزان ۲۴/۹ درصد مشاهده شد. درحالی‌که سیب و گوجه-فرنگی به‌ترتیب با ۹/۱ و ۳/۶ درصد اثربخشی تغییر قابل ملاحظه‌ای در افزایش عملکرد مشاهده نشد. بیشترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان ۵۱، ۳۸/۸ و ۳۶ درصد به‌ترتیب در زراعت‌های گندم، چغندرقد، انگور حاصل شد. در صورتی‌که اثربخشی بر راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف محصولات مختلف چندان قابل‌توجه نبود و در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌ترتیب ۲/۹ و ۶/۹ درصد اثربخشی بر افزایش راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب مشاهده شد.

در فاز دوم پروژه در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴، بررسی اثربخشی تکنیک‌ها در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انجام شد اما به دلیل آنکه مزارع پایلوت آذربایجان غربی تنها از نوع تیمار بودند، ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی تنها در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی انجام شد. نتایج نشان داد که تکنیک‌های انجام‌شده در کاهش آبیاری و افزایش عملکرد محصول، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب ۱۲/۶، ۱۸/۹، ۳۴/۹، ۹/۷، ۲۰/۳ درصد اثربخش بوده‌اند. کاهش آب‌آبیاری در زراعت‌های گندم و سیب به‌ترتیب

به میزان ۳۲/۲ و ۲۶/۲ درصد اثربخشی افزایش عملکرد در زراعت‌های جو و سیر به ترتیب به میزان ۳۰/۸ و ۲۴/۴ درصد اثربخشی قابل توجه بوده است. در صورتی که در محصول سیب با ۲۶/۲ درصد اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری، بر افزایش عملکرد اثربخش نبوده است و میزان عملکرد مزرعه تیمار و شاهد یکسان بود. بیشترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به میزان $0.64/4 < 0.44/4 < 0.32/7$ به ترتیب در زراعت‌های گندم < جو < سیب به دست آمد. در استان آذربایجان شرقی نیز برای سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف پایین بود ولی کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به میزان ۲۰/۳ درصد تغییر نسبتاً خوبی را نسبت به سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ نشان داد. بیشترین افزایش راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف به میزان ۳۷/۹ و ۳۰/۲ درصد اثربخشی به ترتیب در زراعت‌های سیب و جو مشاهده شد. نتایج اثربخشی طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۳ نشان داد طرح باید تمرکز بیشتری باید بر تکنیک‌های مرتبط به آب داشته باشد تا بر کاهش آب کاربردی در بخش کشاورزی اثربخش‌تر باشد.

در فاز سوم پروژه در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین اثربخشی انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بر بهره‌وری آب‌آبیاری به میزان ۵۱ درصد و در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بر راندمان کاربرد آب به میزان ۴۲/۱ درصد بود. در مجموع پایلوت‌های دو استان بر بهره‌وری آب‌آبیاری به میزان ۳۹/۷ درصد مؤثر بودند. کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در محصولات مختلف سبب کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی به ترتیب به میزان ۲۴/۴ و ۲۶/۵ درصد و در کل ۲۵ درصد شده است. در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بیشترین اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری در زراعت ذرت با ۵۹/۶ درصد و در رتبه دوم در زراعت سیب با ۵۴/۸ درصد مشاهده شد. همچنین پروژه موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به میزان ۲/۴ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد زراعت چغندر قند به میزان ۹ درصد مشاهده شد. در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بیشترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری به میزان ۱۰۰ درصد در ذرت و سیب و راندمان کاربرد آب به میزان ۱۰۰ درصد در زراعت ذرت حاصل شد، ولی کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به میزان ۲/۴ درصد تغییر چندانی مشاهده نشد. در استان آذربایجان شرقی اجرای تکنیک‌ها به‌طور متوسط ۲۴/۴ درصد بر کاهش آب‌آبیاری اثربخش بودند که بیشترین آن در زراعت گوجه‌فرنگی با ۳۳ درصد اثربخشی مشاهده شد و گندم با ۲۸ درصد اثربخشی در رتبه ۲ در استان قرار داشت. اجرای تکنیک‌ها موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به میزان ۱۴/۲ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی شده است که بیشترین آن در گردو به میزان ۳۷ درصد اثربخشی بود. همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به میزان $0.85/1 < 0.77/3 < 0.47/4$ به ترتیب در زراعت‌های گوجه‌فرنگی < گردو < گندم حاصل شد. همچنین اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۳۰/۵ درصد افزایش نسبت به مزرعه شاهد به دست آمد که بیشترین مقدار در زراعت گندم مشاهده شد.

با اجرای فاز چهارم پروژه در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۶، در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی، بهترین اثربخشی انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر بهره‌وری آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به میزان ۷۲/۱ درصد، در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به میزان ۴۰/۵ و در مجموع پایلوت‌های دو استان به میزان ۵۴/۵ حاصل شده است. همچنین اجرای تکنیک‌ها سبب کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان

غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان به‌ترتیب ۲۳/۸، ۲۷/۱ و ۲۵/۴ درصد شده است. در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی، بیشترین سهم در کاهش آب‌آبیاری برای زراعت گوجه‌فرنگی با ۶۵/۲ درصد اثربخشی مشاهده شد و زراعت ذرت با ۴۱/۷ درصد اثربخشی در رتبه ۲ قرار داشت. درحالی‌که پروژه موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۸/۹ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد زراعت گندم به‌میزان ۸/۹ درصد مشاهده شد. همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $100\% \leq 36/6\% < 35/5\%$ به‌ترتیب در زراعت‌های ذرت = آفتابگردان = گوجه‌فرنگی $\leq$ چغندر قند < گندم حاصل شد. در سال چهارم اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۳۸/۴ درصد افزایش به‌دست آمد که بیشترین مقدار در زراعت‌های ذرت، آفتابگردان و گوجه‌فرنگی مشاهده شد. همچنین فاز چهارم پروژه با اثربخشی ۲۷/۱ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری زراعت گوجه‌سبز با ۵۰/۳ درصد اثربخشی داشته است و زراعت بادام با ۳۰/۹ درصد اثربخشی در رتبه ۲ در استان قرار دارد. انجام تکنیک موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۲۵/۳ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی شده است که بیشترین آن در زراعت گندم به‌میزان ۳۲/۳ درصد مشاهده شد. همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $100\% < 76/7\% < 67\%$ به‌ترتیب در زراعت‌های گوجه‌سبز < گندم < سیب‌زمینی حاصل شد. اثربخشی بر راندمان کاربرد آب در آذربایجان شرقی ۴۱/۹ درصد افزایش داشت که بیشترین مقدار در گوجه‌سبز مشاهده شد و کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌میزان ۲۵/۳ درصد اثربخشی داشت. کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌میزان ۴/۵ درصد بود که تغییرات قابل‌ملاحظه‌ای نبود.

با اجرای فاز پنجم پروژه در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸، میزان اثربخشی ۳۳/۸ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی مشاهده شد که بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری زراعت شلیل با ۵۳/۹ درصد اثربخشی داشته است و زراعت کدو با ۵۱/۳ درصد اثربخشی در رتبه ۲ قرار گرفت. درنتیجه کاربرد تکنیک‌ها به‌طور متوسط افزایش عملکرد به‌میزان ۱۴/۴ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی ثبت شد. تکنیک‌های به‌زراعی بر بهره‌وری آب‌آبیاری مجموع پایلوت‌های آذربایجان غربی ۷۴/۱ درصد اثربخش بود. اثربخشی بر راندمان کاربرد آب ۵۳/۲ درصد افزایش داشت که بیشترین مقدار در زراعت‌های گوجه‌فرنگی، آفتابگردان، شلیل، آلوچه و کدو مشاهده شد ولی کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌میزان ۶۲/۳ درصد پیشرفت بسیار خوب نسبت به فاز چهارم به‌میزان ۴/۵ درصد داشته است. بیشترین اثربخشی بر کارایی مصرف آب در زراعت‌های شلیل=ذرت < کدو < گوجه‌فرنگی مشاهده شد. در آذربایجان شرقی اثربخشی ۳۲/۵ درصد بر کاهش آب‌آبیاری مشاهده شد که بیشترین سهم را زراعت گوجه‌سبز با ۴۶/۷ درصد اثربخشی داشته است و بعد آن زراعت سیب با ۳۸/۴ درصد اثربخشی در رتبه ۲ در استان قرار داشت. میزان اثربخشی بر افزایش عملکرد ۲۶/۸ درصد بود که بیشترین آن در زراعت بادام به‌میزان ۱۰۰ درصد مشاهده شد. در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $100\% < 93/4\% < 87/7\%$ به‌ترتیب در زراعت‌های گردو= بادام < گوجه‌سبز < سیب‌زمینی حاصل شد. اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف ۴۵/۵ درصد افزایش به‌دست آمد که بیشترین مقدار در گوجه‌سبز مشاهده شد و افزایش کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌میزان ۳۴/۵ درصد اثربخشی مشاهده شد.

نتایج ارزیابی اثربخشی پروژه طی مدت ۵ سال از ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ در پایلوت‌های آذربایجان شرقی و غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان نشان داد کاهش آب‌آبیاری، افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی

مصرف آب در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۲۶/۸، ۱۰/۵، ۴۸/۶، ۳۲/۷ و ۱۹/۸ درصد و در پایلوت-های استان آذربایجان شرقی به‌ترتیب به‌میزان ۲۷/۲، ۲۲، ۶۷/۶، ۳۷/۵ و ۲۴/۲ درصد اثربخش بوده است. این مقادیر در مجموع پایلوت‌های دو استان به‌ترتیب به‌میزان ۲۷، ۱۵/۵، ۵۶/۷، ۳۴/۸ و ۲۱/۷ درصد مؤثر بوده است. پنج زراعت گندم، جو، سیب، آلو و گوجه‌فرنگی در پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و شرقی مشترک بوده است. مجموع تکنیک‌های انجام‌شده در پنج سال زراعی در مجموع پایلوت‌های گندم بر کاهش آب‌آبیاری، افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۵/۲، ۱۲/۶، ۴۶/۹، ۲۷/۸ و ۱۵/۴ درصد مؤثر بوده است. این نتایج برای زراعت جو به‌ترتیب ۷/۲، ۲۶/۸، ۳۵/۷ و ۲۷/۲ و ۲۵/۶ درصد، زراعت سیب ۵/۵، ۴۸، ۰/۵، ۲۶/۵ و ۶/۸ درصد، زراعت گوجه‌فرنگی ۳/۳، ۱۸/۹، ۸۱/۸، ۴۸/۹ و ۲۴/۵ درصد و در زراعت آلوچه به‌ترتیب به‌میزان ۷/۶، ۵۷/۸، ۶۹/۱ و ۲۵/۶ درصد مؤثر بوده است.

اثربخشی تکنیک‌های مختلف در مزارع تیمار نشان داد تغییر تکنیک روش کاشت در محصولات چغندرقد، آفتابگردان، ذرت و گندم ضمن بهبود یکنواختی رشد در سطح مزارع منجر به کاهش آب‌آبیاری شده است. کاربرد ردیف‌کار برای کشت ذرت از طریق اصلاح ردیف‌های کاشت و ایجاد شرایط بهتر برای حرکت آب در مزرعه کاهش ۴۱/۷ درصدی آب‌آبیاری را در مزارع تیمار داشته است. در این مزارع بهره‌وری آبیاری و راندمان کاربرد آب به‌ترتیب به‌میزان ۷۱/۵ و ۱۰۰ درصد افزایش داشت. کاهش آب‌آبیاری در مزارع گندم در نتیجه کاربرد ردیف‌کار ۱۹ درصد بوده است. نتایج ارزیابی اثربخشی مدیریت خاک‌ورزی بیان‌کننده افزایش عملکرد مزارع تیمار جو و سیب‌زمینی به‌میزان ۳۰/۸ و ۲۷/۱ درصد در اثر تکنیک خاک‌ورزی حفاظتی بود. در مزارع تیمار جو و سیب‌زمینی با اعمال خاک‌ورزی حفاظتی بذرها و غده‌ها در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد جوانه‌زنی و رشد و نمو بهتری داشتند. میزان آب‌آبیاری در مزارع سیب‌زمینی تا بیش از ۲۴ درصد کاهش نشان داد. مدیریت خاک‌ورزی در مزارع ذرت و گندم به‌ترتیب بیش از ۴۱ و ۲۲ درصد آب‌آبیاری را کاهش داد. تکنیک‌های آماده‌سازی بستر کشت از طریق تسطیح اراضی و کاربرد لولر در کلیه مزارع تیمار آب‌آبیاری را کاهش داد. این مقدار برای مزارع جو، چغندرقد، آفتابگردان، سیب‌زمینی و گندم به‌ترتیب ۱۱/۰، ۲۹/۱، ۲۳/۱، ۲۳/۵ و ۲۴/۶ درصد بود. آماده‌سازی بستر منجر به پخش یکنواخت‌تر آب در سطح مزرعه شده و در نتیجه آن یکنواختی رشد بهتری مورد انتظار است. در محصولات سیب‌زمینی و گندم آماده‌سازی بستر کاشت منجر به افزایش بهره‌وری آب به‌میزان ۶۱/۳ و ۵۴/۶ درصد نسبت به مزرعه شاهد شد. تاریخ کاشت از تکنیک‌های مهم برای کاهش آب‌آبیاری است. اصلاح تاریخ کاشت در مزارع گندم تا ۲۰ درصد آب‌آبیاری را کاهش داد. ارزیابی تکنیک مدیریت آبیاری در محصولات زراعی و باغی نشان داد، اگرچه برنامه‌ریزی آبیاری بر عملکرد محصولات باغی اثر نداشته است، اما بهترین اثربخشی را در کاهش آب‌آبیاری، افزایش بهره‌وری آب، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب ایجاد کرد. در باغات شلیل تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه میزان آب‌آبیاری را ۵۳/۹ درصد کاهش داد. تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری با توجه به اثر مشخص آن بر ساعات آبیاری بر کاهش آب‌آبیاری بسیار مؤثر بود. در کشت کدو از طریق کاهش زمان جریان پیشروی منجر به بیشترین اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری، افزایش بهره‌وری آبیاری و راندمان کاربرد آب به مقدار ۵۱/۳، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد شد. تکنیک اصلاح آرایش کاشت در کدو و ذرت بیشترین اثر را بر کاهش آب‌آبیاری داشت و به‌ترتیب ۵۱/۳ و ۴۳/۷ درصد بود. نتایج پایش طی ۵ سال نشان داد کاربرد همه‌جانبه تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی برای دستیابی به اثربخشی حداکثر در مزارع الزامی است. بر همین اساس پیشنهاد می‌شود بسته‌های مدیریتی برای محصولات غالب در حوزه آبریز دریاچه ارومیه و مبتنی یافته‌های پایش و تجارب پژوهشی تدوین و در اختیار ترویج و شرکت‌های فنی و مهندسی قرار گیرد.

فهرست مطالب

مقدمه.....	۱۲
فصل اول کلیات.....	۱۴
فصل دوم آشنایی با روش فراتحلیلی.....	۱۸
فصل سوم روش شناسی.....	۲۷
فصل چهارم بحث و نتایج.....	۳۳
فصل پنجم جمع بندی.....	۸۹

فهرست اشکال

- شکل ۱- مزیت استفاده از کودهای نیتروژن با کارایی بالا در عملکرد و جذب نیتروژن تحت تأثیر pH - خاک. عدد..... ۲۴
- اول داخل پرانتز تعداد مشاهدات و عدد دوم تعداد مطالعات مورد استفاده در متاآنالیز هستند..... ۲۴
- شکل ۲- اثر بقایای گیاهی بر درصد تغییرات عملکرد و عوامل مؤثر بر آن..... ۲۵
- شکل ۳- اثر پرایمینگ بذر بر درصد تغییرات جوانه‌زنی..... ۲۶
- شکل ۴- نمونه از نمودار انباشت..... ۲۸
- شکل ۵- نمونه از نمودار کیفی..... ۲۹
- شکل ۶- نمونه از نمودار گالبریث..... ۳۰
- شکل ۷- نمونه از نمودار لابه..... ۳۰
- شکل ۸- نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع مورد بررسی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸..... ۳۵
- شکل ۹- نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع مورد بررسی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸..... ۳۵
- شکل ۱۰- نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع مورد بررسی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸..... ۳۶
- شکل ۱۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴..... ۳۷
- شکل ۱۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴..... ۳۸
- شکل ۱۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴..... ۳۸
- شکل ۱۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴..... ۳۹
- شکل ۱۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴..... ۳۹
- شکل ۱۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴..... ۴۰
- شکل ۱۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵..... ۴۱
- شکل ۱۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵..... ۴۲
- شکل ۱۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵..... ۴۲
- شکل ۲۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵..... ۴۳
- شکل ۲۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵..... ۴۳
- شکل ۲۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵..... ۴۴
- شکل ۲۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶..... ۴۵
- شکل ۲۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶..... ۴۶
- شکل ۲۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶..... ۴۷
- شکل ۲۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶..... ۴۷
- شکل ۲۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶..... ۴۸
- شکل ۲۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶..... ۴۸

[illegible]

شکل ۵۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۶۶
شکل ۵۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۶۷
شکل ۶۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۶۷
شکل ۶۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۶۸
شکل ۶۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای گندم در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۰
شکل ۶۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای جو در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۰
شکل ۶۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای سیب در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۰
شکل ۶۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای گوجه‌فرنگی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۱
شکل ۶۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای آلوچه در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۱
شکل ۶۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری برای محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۲
شکل ۶۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری برای محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۲
شکل ۶۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۳
شکل ۷۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۳
شکل ۷۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-.....	۷۴
شکل ۷۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-.....	۷۴
شکل ۷۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب محصولات مختلف آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۷۵
شکل ۷۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-.....	۷۵

شکل ۷۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳.....	۷۶
شکل ۷۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳.....	۷۶
شکل ۷۷- اثربخشی تکنیک روش کاشت بر محصولات زراعی.....	۷۹
شکل ۷۸- اثربخشی تکنیک مدیریت خاکورزی بر محصولات مختلف.....	۸۱
شکل ۷۹- اثربخشی تکنیک آماده‌سازی بستر زمین بر محصولات مختلف.....	۸۲
شکل ۸۰- اثربخشی تکنیک رعایت تاریخ کاشت بر محصولات زراعی.....	۸۳
شکل ۸۱- اثربخشی تکنیک برنامه‌ریزی آبیاری بر محصولات زراعی و باغی.....	۸۳
شکل ۸۲- اثربخشی تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری بر محصولات زراعی و باغی.....	۸۳
شکل ۸۳- اثربخشی تکنیک اصلاح آرایش کاشت بر محصولات زراعی.....	۸۳
شکل ۸۴- اثربخشی تکنیک تغییر روش آبیاری بر محصولات زراعی.....	۸۸
شکل ۸۵- تغییرات کاهش آب‌آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در سال‌های زراعی مختلف و اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۹۴
شکل ۸۶- تغییرات افزایش عملکرد محصولات مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در سال‌های زراعی مختلف و اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۹۴
شکل ۸۷- تغییرات افزایش بهره‌وری آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در سال‌های زراعی مختلف و اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۹۵
شکل ۸۸- تغییرات کاهش آب‌آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در محصولات مختلف در دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳.....	۹۵
شکل ۸۹- تغییرات افزایش عملکرد مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در محصولات مختلف در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۹۶
شکل ۹۰- تغییرات افزایش بهره‌وری آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در محصولات مختلف در دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳.....	۹۶

فهرست جداول

جدول ۱- مقایسه میزان عملکرد و کاربرد آب در نتیجه کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی برای محصولات مشترک در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۳۶
جدول ۲- میزان آب‌آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در محصولات مختلف در مزارع موردبررسی پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴.....	۴۰
جدول ۳- متوسط میزان آب‌آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در محصولات مختلف در مزارع مورد بررسی پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵.....	۴۴
جدول ۴- شرح تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته طرح مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار در طی ۵ سال زراعی ۱۳۹۸-.....	۷۸
جدول ۵- خلاصه اقدامات طرح مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار در طی ۵ سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸.....	۹۲

مقدمه

دریاچه‌ی ارومیه به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه‌ی دائمی کشور، بین دو استان آذربایجان غربی و شرقی واقع شده است؛ این دریاچه به لحاظ اکولوژیک و اقتصادی نقشی حیاتی در منطقه ایفا می‌کند. طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۴، ۳۰ میلیارد مترمکعب از حجم آب دریاچه کاهش یافته است. افت آب دریاچه در سال‌های اخیر، سبب به وجود آمدن مشکلات زیست‌محیطی و معیشتی برای مردم منطقه و ایجاد حساسیت در افکار عمومی کشور شده است. میزان خشکی دریاچه در شهریور ۱۳۹۳ به حدی رسید که قسمت جنوبی دریاچه با خشکی کامل مواجه گردید؛ اتفاقی که در شهریور ۹۴ نیز تکرار شد. مهم‌ترین عامل در ایجاد این مشکل، کاهش مقدار آب ورودی به دریاچه و به تبع آن به هم خوردن وضعیت تعادل در تبخیر و تغذیه‌ی دریاچه، تشخیص داده شده است. اگرچه شرایط اقلیمی، تأثیر غیرقابل‌انکاری در شرایط کنونی دریاچه‌ی ارومیه داشته است اما مهم‌ترین عامل در خشکی دریاچه مربوط به توسعه‌ی نامتوازن و ناپایدار در حوضه‌ی آبریز و برداشت بی‌رویه از منابع آب حوضه به‌ویژه در دو دهه‌ی اخیر می‌باشد (ستاد احیای دریاچه‌ی ارومیه، شهریور ۹۴). حدود ۹۰ درصد از مصارف آب شیرین در حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه مربوط به کشاورزی است؛ کارشناسان این میزان مصرف را عامل اصلی بیلان منفی حوضه دانسته‌اند. کشاورزی در این حوضه طی دهه‌های اخیر با توسعه‌ی فزاینده‌ای روبرو بوده است. بعضی از مراجع برای بیان افزایش مصرف آب در بخش کشاورزی، کشت آبی را مثال زده‌اند که از ۱۵۰ هزار هکتار در سال ۱۳۵۸ به بیش از ۴۰۰ هزار هکتار در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است (کارگروه مدیریت پایدار منابع آب و کشاورزی شورای منطقه‌ای مدیریت حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی ارومیه، ۹۱). ادامه‌ی این روند، با توجه به محدودیت منابع آبی به‌خصوص در بخش آب‌های زیرزمینی، پایداری کشاورزی منطقه و در نتیجه معیشت مردم منطقه در آینده مورد تهدید قرار می‌گیرد. انجمن علوم کشاورزی آمریکا^۱ (۱۹۸۹) تعریفی از کشاورزی پایدار ارائه نمود که عبارت است از فعالیتی که در بلندمدت، علاوه بر تولید غذای کافی بشر و بهبود کیفیت زندگی زارعین و جامعه، بهبود کیفیت محیط‌زیست و منابع طبیعی را به همراه داشته باشد.

با آغاز همکاری در سطوح عالی میان دولت‌های ایران و ژاپن در جهت پرداختن به مشکلات دریاچه‌ی ارومیه، پروژه‌ای در سال ۱۳۹۳ تحت عنوان "همکاری در احیای دریاچه‌ی ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی"^۲ به‌عنوان یک فعالیت جدید به طرح حفاظت از تالاب‌های ایران اضافه شد. در این پروژه سازمان محیط‌زیست کشور با همکاری وزارت جهاد کشاورزی کوشش کرده تا با آموزش و مشارکت کشاورزان منطقه، اقدام به تغییراتی در شیوه‌ی کشاورزی سنتی در راستای افزایش بهره‌وری آب در مزارع، ضمن حفظ منافع و درآمد کشاورزان منطقه نموده تا با صرفه‌جویی در آب کاربردی در سطح مزرعه به تأمین بخشی از حق‌آبه‌ی دریاچه‌ی ارومیه نیز کمک شود.

سنجش و پایش اقدامات صورت گرفته به‌منظور درک صحیح از میزان اثربخشی آن‌ها به‌عنوان یکی از گام‌های اساسی و ضروری در هر پروژه می‌باشد. بنابراین، لازم است که اقدامات انجام‌شده مختلف در یک جمع‌بندی به‌صورت آماری بررسی شوند تا با اطمینان (از لحاظ آماری) بیان کرد که پروژه "همکاری در احیای دریاچه‌ی ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی

^۱ American Society of Agronomy, 1989

^۲ Contribution in Lake Urmia restoration via Modeling Local Community Engagement in Sustainable Agriculture Practices and Biodiversity Conservation of Critical Species (IPCM)

^۳ استفاده شده است. IPCM در ادامه گزارش برای ذکر نام این طرح از مخفف^۳

پایدار و حفاظت از تنوع زیستی" قادر بوده است با صرفه‌جویی در آب کاربردی در سطح مزرعه به تأمین بخشی از حقآبه‌ی دریاچه‌ی ارومیه نیز کمک کند یا خیر.

نتیجه این پژوهش جمع‌بندی حاصل از نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های انجام‌شده در کاربرد تکنیک‌های مختلف در سطح مزرعه بر کاهش برداشت از منابع آب حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه در مزارع انتخابی در سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳ می‌باشد. در گزارش‌های ارائه‌شده اثربخشی تکنیک‌های اجراشده در مزارع، تحت مدیریت کشاورزان بومی منطقه، بر راندمان کاربرد آب^۱ (Ea)، عملکرد محصول^۲ (Yc)، بهره‌وری مصرف آب^۳ (WP) و کارایی مصرف آب^۴ (WUE) را موردبررسی قرار می‌دهد؛ نمونه‌ای از تکنیک‌های اجراشده در این مزارع عبارت‌اند از: کاربرد روش‌های کم‌خاک‌ورزی، تغییر در ابعاد کرت‌های زراعی، استفاده از بذرهای بوجاری شده و تغییر در رژیم کودی. بدین ترتیب به لحاظ آماری می‌توان گفت که در مجموعه‌ای از گزارش‌ها چه نتیجه‌ای حاصل شده است که به این نحوه آنالیز آماری در اصطلاح فراتحلیل (متاآنالیز) گویند.

¹ Application efficiency

² Crop Yield

³ Water Productivity

⁴ Water Use Efficiency

فصل اول

کلیات

۱-۱- مطالعات مروری

به‌طور کلی دو نوع مطالعه مروری وجود دارد که عبارتند از: مرور سیستماتیک و مرور توصیفی. هر دو نوع از این مطالعات دارای اهداف خاص خود هستند که باید به‌روشنی بیان گردد (لیبراتی^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). مرور توصیفی عبارت است از بررسی آنچه که مرتبط با موضوع و هدف مطالعه تلقی می‌شود اما بدون روش کار اختصاصی، همانند آن چیز که در مرور سیستماتیک وجود دارد. در مرور توصیفی، انتخاب متون موردبررسی، کم و بیش بستگی به تجربه و نگرش نویسنده دارد (وینترباتم^۲ و همکاران، ۲۰۰۸). اگر می‌خواهید یک مرور توصیفی بنویسید باید نسبت به روند انتخاب متون، رویکردی نقادانه داشته باشید. لازم است معیارهای انتخاب به خوبی تعریف گردند و به‌طور کامل رعایت شوند. نوع خاصی از مرور توصیفی شامل مرور آموزشی در مورد موضوعات خاص است. یک مرور توصیفی آموزشی ممکن است دارای چکیده باشد که البته ساختار یافتگی و طول آن بسته به ضوابط نشریه متفاوت باشد (هورویتز^۳ و همکاران ۲۰۰۴). در قسمت مقدمه از این نوع مرور به بررسی متون مرتبط و هدف از انجام مرور پرداخته می‌شود. عناوین موجود در محتوای اصلی مرور توصیفی معمولاً بر اساس نیاز و به تشخیص نویسندگان تعیین می‌گردند. معمولاً قسمت مربوط به روش‌ها در این نوع مرور وجود نداشته و در انتها در قالب قسمت بحث و نتیجه‌گیری می‌تواند به بیان محدودیت‌ها یا پیام کلی مطالعه بپردازد (لیبراتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ هورویتز و همکاران، ۲۰۰۴). مرور سیستماتیک عبارت است از مروری جامع بر متونی که یک روش پژوهشی را موردتوجه قرار می‌دهند. در این مرور، یک روش نظام‌مند و شفاف برای شناسایی، انتخاب و ارزشیابی نقادانه همه مطالعات مرتبط و همچنین جمع‌آوری و تحلیل داده‌های حاصل از مطالعات موجود مورد استفاده قرار می‌گیرند (شانون^۴، ۲۰۰۲). مرور سیستماتیک اساساً برای پاسخگویی به یک سؤال پژوهشی مبتنی بر ارزیابی بدون سوگیری همه مطالعات پژوهشی مربوط به آن سؤال طراحی می‌شود. چنین مروری در دهه ۱۹۷۰ در علوم اجتماعی پدیدار گردید و سپس به

¹Liberati

² Winterbottom

³ Hurwitz

⁴ Shannon

سطح بالایی از کاربرد در علوم پزشکی و اپیدمیولوژی رسید. متونی که چنین سؤالاتی را پوشش می‌دهند بسیار گسترده بوده و از نظر کیفیت نیز متفاوت هستند و البته بازبایی برخی از آنها بسیار دشوار است. یک مرور سیستماتیک می‌تواند موجب خاتمه ابهام در مورد یک موضوع، مشخص نمودن موضوعاتی که شواهد کافی برای آنها وجود ندارد، ایجاد دیدگاه‌های جدید به وسیله ترکیب یافته‌های حاصل از مطالعات مختلف، اعلام زمانی که شواهد کافی در دسترس قرار دارد و کاهش تأثیر هرگونه نقص یا خطا در یک مطالعه خاص می‌گردد (استرچ و سوفائر^۱، ۲۰۱۲). سایر مزایای مرور سیستماتیک را می‌توان به شرح ذیل مطرح نمود (لیبراتی و همکاران، ۲۰۱۰؛ گرین هالقی^۲، ۲۰۰۳):

- خلاصه نمودن شواهد، به هنگام سازی اطلاعات بدون نیاز به مطالعه همه متون پژوهشی
- امکان تلفیق مقادیر زیادی از اطلاعات
- ایجاد تصویر شفاف‌تر با تطبیق و مقایسه نتایج پژوهش‌ها
- کاهش موانع موجود بر سر راه کاربردی نمودن تحقیقات
- کاهش سوگیری‌ها و حذف عقاید و ترجیحات شخصی پژوهشگران
- امکان ارزیابی کیفیت پژوهش و بررسی نحوه تدوین مطالعات توسط مخاطبان
- فراهم ساختن نتیجه‌گیری‌های با ثبات با توجه به روش‌های مختلف مورد استفاده در پژوهش‌ها

۲-۱- مرور سیستماتیک

مرور سیستماتیک نیازمند صرف مقادیر قابل توجهی زمان و انرژی است و همچون سایر پروژه‌های پژوهشی مستلزم وجود یک تیم تحقیقاتی است که هریک از اعضای آن می‌بایست یک یا چند وظیفه را بر عهده بگیرند. به‌طور ایده‌آل، چنین تیمی می‌بایست دارای تخصص در زمینه محتوای موضوع مورد بررسی و همچنین مهارت در روش انجام مرور سیستماتیک باشند (نیکلسون^۳ و همکاران، ۲۰۰۷). معمولاً پژوهشگر اصلی، مسئولیت ارزیابی کلی کار و هماهنگ نمودن اقدامات اعضای تیم را بر عهده دارد. بهتر است یکی دیگر از پژوهشگران نیز مراحل اصلی انجام مرور را یک‌بار دیگر به‌طور مستقل انجام داده و خطاهای احتمالی فردی را به حداقل برساند. مرحله‌ای که می‌بایست توسط این فرد تکرار شوند عبارتند از: انتخاب مطالعه، استخراج داده‌ها و تحلیل داده‌ها (هندرسون^۴ و همکاران، ۲۰۱۰). پژوهشگرانی که برای اولین بار می‌خواهند اقدام به انجام مرور سیستماتیک نمایند بهتر است در کنار افرادی که تجربه بیشتری در فرآیند انجام مرور سیستماتیک دارند، کار خود را انجام دهند شیوه معمول برای افراد کم‌تجربه و علاقمند به انجام مرور سیستماتیک، فعالیت به‌عنوان دستیار در انجام یا بروز رسانی یک مرور سیستماتیک می‌باشد تا بدین‌وسیله، قبل از اینکه به‌عنوان پژوهشگر اصلی شروع به کار کنند، پیچیدگی و فرآیند انجام این کار را به خوبی درک نمایند (استرچ و سوفائر، ۲۰۱۲). بنابراین هدف از انجام مرور سیستماتیک، یافتن، ارزیابی و تلفیق همه شواهد پژوهشی با کیفیت و مرتبط برای پاسخگویی به یک سؤال ویژه می‌باشد. چنانچه مناسب باشد خلاصه‌ای از همه مطالعاتی که یک سؤال پژوهشی خاص را بررسی می‌کنند تهیه‌شده یا متاآنالیز انجام می‌شود (لیبراتی و همکاران، ۲۰۱۰). در واقع می‌توان برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و خلاصه نمودن نتایج مطالعات

¹ Strech and Sofaer

² Greenhalgh

³ Nicholson

⁴ Henderson

تحت بررسی در یک مرور سیستماتیک، از روش‌های آماری نظیر متاآنالیز استفاده نمود. به عبارت دیگر، متاآنالیز یا فرا تحلیل شامل استفاده از تکنیک‌های آماری در قالب مرور سیستماتیک برای ترکیب نتایج حاصل از مطالعات تحت بررسی می‌باشد. با استفاده از این روش آماری، ترکیب و تلفیق نتایج مختلف جهت تعیین روند کلی نتایج صورت می‌گیرد (سیپریانو و همکاران^۱، ۲۰۱۲). این روش می‌تواند به عنوان راهنمایی برای پاسخ به این سؤال بکار رود که “اگر حالت X با استفاده از ابزارهای مختلف و در بین گروه‌های مختلف اندازه‌گیری شده باشد و اقداماتی جهت تغییر آن صورت گرفته باشد، برآیند یا نقش اقدامات صورت گرفته در تغییر حالت X چقدر است” (برتل^۲، ۲۰۱۱).

در واقع وقتی پژوهش‌های ما از نوع تجربی و نه توصیفی باشند، متاآنالیز یک نگاه سیستماتیک از یک سری پژوهش‌های کمی که سؤال خاصی را ارزیابی می‌کنند فراهم می‌سازد و می‌تواند یافته‌ها را به شیوه‌ای قابل مقایسه از لحاظ آماری تنظیم نماید (مادن^۳، ۲۰۰۹). اهداف یک مرور سیستماتیک ممکن است متفاوت و شامل چنین مواردی باشد: تعیین نقاط ضعف و قوت نسبی متون مربوط به یک سؤال، خلاصه نمودن مقادیر انبوهی از متون، حل و فصل تضادهای موجود در متون، ارزشیابی نیاز به کارآزمایی‌های بالینی وسیع، پرهیز از کارآزمایی‌های غیرضروری و اضافی، افزایش توان آماری مطالعات کوچک‌تر، بهبود دقت یا تعیین اثرات درمانی خفیف‌تر و در نهایت افزایش قدرت تعمیم‌پذیری پیامدهای مداخلات (لانگ^۴، ۲۰۰۶).

۱-۳- متاآنالیز

تغییر نگرش و شکل‌گیری رفتار به تجارب فردی، شناختی و هیجانی یک فرد بستگی دارد و تئوری‌های رفتاری متفاوتی سعی نموده‌اند که رفتار انسان‌ها و فعالیت‌هایشان را در یک شرایط خاص توجیه نمایند (تقی‌پور و همکاران، ۲۰۱۵)، روش فراتحلیلی (متاآنالیز) یکی از ابزارهای مناسب برای تحقق این اهداف می‌باشد که در بخش کشاورزی نیز متخصصین و محققین به منظور شناسایی عوامل مؤثر بر رفتار کشاورزان آن را بکار برده‌اند. اصطلاح فراتحلیل (متاآنالیز) برای نخستین بار توسط گلاس (۱۹۷۶) در انجمن پژوهشی آموزشی آمریکا بکار برده شد. هدف متاآنالیز به دست آوردن اطلاعات بیشتر از اطلاعات موجود است که با روی هم ریختن نتایج مطالعه‌های کوچک‌تر و با یک یا چند آنالیز آماری حاصل می‌شود. به این ترتیب نتایجی که ممکن است در مطالعه‌های کوچک‌تر کشف نشود با استفاده از متاآنالیز ده‌ها مطالعه کوچک قابل حصول خواهد بود. نیاز به جمع‌بندی تحقیق‌های مختلف از قبل مورد توجه بوده است. به این منظور برخی از محققان اقدام به نوشتن مقالات مروری می‌کنند که در آنها موردی خاص که مطالعه‌های زیادی روی آن انجام شده است، مرور می‌شود و سعی در جمع‌بندی اثر آن مورد می‌کنند؛ اما در اغلب آنها هیچ روش آماری برای بررسی و جمع‌بندی نتایج تحقیقات صورت نمی‌گیرد (برای مثال، ماتئوس و همکاران، ۲۰۱۲؛ تیلور و سالانکا، ۲۰۱۲). اخیراً محققان انگشت‌شماری در علوم زراعی از روشی آماری (متاآنالیز) برای مقایسه نتایج تحقیقات مختلف استفاده کرده‌اند (لینکویست و همکاران، ۲۰۱۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ هانگ و همکاران، ۲۰۱۳)؛ اما جستجو در سایت‌های مختلف داخلی نظیر SID، MAGIRAN و GOOGLE نشان داد که تاکنون هیچ مقاله و تحقیقی در رشته‌های کشاورزی با استفاده از این روش آماری در ایران صورت نگرفته است و فقط در رشته‌هایی نظیر علوم پزشکی و علوم اجتماعی این روش آماری مورد استفاده قرار

¹ Cipriani

² Brettle

³ Madden

⁴ Lang

گرفته است. هدف از این پژوهش جمع‌بندی و تحلیل اقدامات انجام‌شده در دفتر تالاب‌ها برای رسیدن به هدف اصلی کاهش برداشت آب از منابع و ارتقاء مدیریت آب در مزرعه از طریق استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی مختلف در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه است.

در حقیقت کار اصلی روش فراتحلیلی، هماهنگ کردن و یکدست کردن نتایج اقدامات انجام‌شده (طی چهار سال از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ فازهای اول تا چهارم) توسط پروژه "همکاری در احیای دریاچه‌ی ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی" می‌باشد. در این روش می‌توان با تجزیه و تحلیل کارهای گذشته به نتیجه‌های ملموس دست یافت. با این شیوه می‌توان به‌راحتی اقدامات انجام‌شده گذشته را ولو با وجود تفاوت‌های بسیار، باهم مقایسه کرده و از میان نتایج پراکنده و ناهماهنگ، دقیق‌ترین و منطقی‌ترین نتیجه را به‌دست آورد. از سوی دیگر مطالعه نظام‌یافته رفتارهای موجود در جامعه روستایی، به بهبود توانایی تشریح و پیش‌بینی و همچنین هدایت، کنترل و تغییر رفتار می‌انجامد. در این پروژه از روابط میان رفتارها و واقعیت‌های موجود پرده برداشته می‌شود که به ایجاد مبنایی برای پیش‌بینی دقیق رفتارها منجر خواهد شد. در مطالعه رفتارها بر اساس روش فراتحلیلی، اعتقاد به تصادفی بودن رفتارها معنی ندارد بلکه هر نوع رفتاری که در جامعه روستایی شکل می‌گیرد غالباً در جهت نیل به هدفی است که تصور عموم بر سودمند بودن آن است.

۱-۴- هدف کلی

در راستای کاهش مصرف آب کشاورزی، استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی مختلف در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در قالب پروژه کشاورزی پایدار با عنوان "همکاری در احیاء دریاچه ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی در معرض خطر" در دست اجرا می‌باشد. هدف کلی این پژوهش کمک به توسعه و کاربردی شدن تکنیک مدیریت آبیاری در مزرعه و جمع‌بندی فعالیت‌های انجام‌شده طی سال‌های گذشته می‌باشد.

فصل دوم

آشنایی با روش فراتحلیلی

فراتحلیل، تحلیل تحلیل‌ها است (گلاس^۱، ۱۹۷۶). فرا تحلیل^۱ روشی برای مقایسه آماری نتایج حاصل از مطالعات مستقل از هم در خصوص یک موضوع است. در واقع فراتحلیل نوعی پژوهش درباره پژوهش‌های دیگر است و به کمک آن می‌توان پژوهش‌های متعددی را که در مورد یک موضوع خاص انجام شده مجدداً مورد مطالعه قرار داده و به صورت آماری با یکدیگر مقایسه کرد و این رهیافت خود یک پژوهش مستقل محسوب می‌شود. در فراتحلیل جامعه آماری مجموعه پژوهش‌های قبلی و واحد پژوهش هر یک از پژوهش‌های اولیه و مستقل پیشین است؛ بنابراین، فراتحلیل نوعی تحلیل تحلیل‌هاست (گورویچ و هدق^۲، ۱۹۹۹). اصطلاح فراتحلیل (متاآنالیز) برای نخستین بار توسط گلاس (۱۹۷۶) در انجمن پژوهشی آموزشی آمریکا بکار برده شد. نتایجی که ممکن است در مطالعه‌های کوچک‌تر کشف نشود با استفاده از متاآنالیز ده‌ها مطالعه کوچک قابل حصول خواهد بود. نیاز به جمع‌بندی تحقیق‌های مختلف از قبل مورد توجه بوده است. به این منظور برخی از محققان اقدام به نوشتن مقالات مروری می‌کنند که در آنها موردی خاص که مطالعه‌های زیادی روی آن انجام شده است، مرور می‌شود و سعی در جمع‌بندی اثر آن مورد می‌کنند. اما، در اغلب آنها هیچ روش آماری برای بررسی و جمع‌بندی نتایج تحقیقات صورت نمی‌گیرد (برای مثال، ماثئوس و همکاران، ۲۰۱۲؛ تیلور و سالانکا، ۲۰۱۲). اخیراً محققان انگشت‌شماری در علوم زراعی از روشی آماری (متاآنالیز) برای مقایسه نتایج تحقیقات مختلف استفاده کرده‌اند (لینکویست و همکاران، ۲۰۱۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ هانگ و همکاران، ۲۰۱۳).

روش فراتحلیلی بکارگیری روش‌های آماری خاص برای خلاصه نمودن و ترکیب نتایج مطالعات مستقل به دست آمده در مرور ساختاریافته برای یافتن دقیق‌ترین شکل ارتباط بین متغیرهای مورد بررسی و نتیجه‌گیری مبتنی بر مستندات است. تنها آن

¹ Glass

² Gurevitch and Hedgh

دسته از مطالعات مرور ساختاریافته که دارای متدولوژی یکسان و نتایج همگن (homogen) باشند را می‌توان با استفاده از متآنالیز با یکدیگر ترکیب نموده و برآیند کلی نتایج آنها را به روش آماری برآورد نمود. هر مطالعه مرور ساختاریافته لزوماً یک مطالعه متآنالیز نیست ولی هر مطالعه متآنالیز اساساً یک مرور ساختاریافته هم هست. مطالعات فراتحلیلی کمک می‌کنند تا جمع‌بندی اطلاعات منابع مختلف و خلاصه کردن آن‌ها به صورت عینی (Objective) صورت گیرد و نظرات شخصی تأثیری خاصی بر این فرآیند نداشته باشد. فراتحلیل (متآنالیز) را می‌توان نوعی مرور سیستماتیک پژوهش‌های کمی، بر طبق اصول آماری و ریاضی دانست (آکوهارت^۱، ۲۰۱۰). در حقیقت هدف اصلی از انجام مرورهای سیستماتیک وزن‌دهی متون موجود برای بهبود تصمیم‌گیری است (هندرسون^۲، ۲۰۱۰). فراتحلیل، به جای تکیه صرفاً تفسیری و ذهنی بر نتایج تک‌تک مطالعات، به معیار و برآورد کمی مشترک هر یک از این مطالعات (تفاوت میانگین استاندارد شده و یا «اندازه و بزرگی اثر» موسوم به ضریب همبستگی) برحسب اندازه نمونه موردبررسی در آنها توجه می‌کند. فراتحلیل به جای اعتماد بر آزمون‌های معناداری آماری، بر فاصله اطمینان اتکا دارد؛ زیرا استفاده از انواع آزمون‌های معناداری آماری در پژوهش‌های مختلف منجر به خطاهای جدی می‌شود. تفاوت در نتایج پژوهش‌ها ممکن است تصادفی یا به علت بی‌دقتی روش‌های به کاررفته در پژوهش‌ها و یا تفاوت‌های سیستماتیک موجود در ویژگی‌های منحصر به فرد هر مطالعه باشد. فراتحلیل اشتباهات آماری را تصحیح و با بررسی نتایج پژوهش‌ها، برآوردی از روابط واقعی بین متغیرهای مستقل و وابسته را در جامعه آماری به دست می‌دهد (نصراللهی و همکاران، ۱۳۹۲).

مراحل فراتحلیل

به طور کلی می‌توان حداقل ۷ مرحله برای انجام فراتحلیل تعریف نمود:

۱- **تصمیم‌گیری در مورد موضوع:** در انتخاب موضوع باید توجه شود که روی سؤالی واضح تمرکز شود که برای این سؤال منابع و مطالعات مختلفی در دسترس باشد و از طرفی یافتن پاسخ این سؤال اهمیت داشته باشد. برای مثال، روتوندو و وستگیت (۲۰۰۹) اثر عوامل محیطی مختلف را بر درصد و میزان ترکیبات بذر سویا ارزیابی نمودند. همانطور که مشاهده می‌شود در انتخاب موضوع ایشان به دو مورد توجه کرده‌اند و هم مقالات و مطالعات زیادی روی این موضوع وجود دارد و هم اینکه دارای اهمیت زیادی است و تا پیش از آن جمع‌بندی کامل روی این موضوع صورت نگرفته بود.

۲- **تصمیم‌گیری در مورد فرضی که باید آزمون شود:** در این مورد باید هم‌زمان با انتخاب موضوع تصمیم‌گیری شود. اگر دلیل قابل‌قبولی برای آزمون فرضیه از مطالعات موجود وجود ندارد، نباید آن موضوع را آزمون کرد. برای مثال اینکه اول مرغ به وجود آمده یا تخم مرغ موضوع مناسبی برای آزمون نیست.

۳- **مرور منابع:** مرور تمام منابع و مطالعه‌هایی که فرضیه را آزمون کرده‌اند امری ضروری است. در این مورد باید توجه شود که جستجوی اینترنتی منابع برای یافتن تمام منابع و مطالعه‌ها کافی نیست و باید اطلاعات از روش‌های دیگری نیز جمع‌آوری شوند، نظیر بررسی فهرست منابع در مقاله‌ها، بررسی دقیق خود مقاله‌ها، چکیده مقالات و حتی داده‌های منتشر نشده نیز جمع‌آوری شوند. چنانچه این قسمت به خوبی صورت نگیرد باعث خطا در نتایج می‌شود.

¹ Urquhart

² Henderson

۴- ارزیابی مطالعه‌ها: ارزیابی دقیق هر مطالعه برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه کیفیت لازم و اطلاعات مفید برای متآنالیز را دارا است یا خیر. این قسمت اهمیت زیادی در متآنالیز دارد. هر مطالعه باید حداقل نیازهای از پیش تعیین‌شده‌ای را داشته باشد و باید ارزیابی دقیقی درباره کیفیت مطالعه مورد استفاده صورت گیرد. در مورد ارزیابی مطالعه‌ها می‌توان فرم یا چک لیستی تهیه نمود و اطلاعات ثبت‌شده در هر مطالعه را وارد آن نمود. چنانچه این کار به‌خوبی صورت گیرد می‌توان در مراحل بعدی همین فرم یا چک‌لیست را تبدیل به پایگاه داده‌ها نمود. اگر این قسمت نیز با دقت صورت نگیرد باعث خطا در نتایج خواهد شد.

در مرحله ارزیابی مطالعات باید به بررسی عدم تجانس^۱ و دیگر اختلاط‌های^۲ مهم پرداخت. در این مرحله باید تمام موارد درباره روش‌های اعمال تیمارها ثبت شود تا درنهایت بتوان تصمیم گرفت که کدام مطالعه‌ها نسبتاً مشابه^۳ هستند و می‌توان در آنالیز آنها را وارد نمود.

نکته دیگری که در این مرحله باید به آن توجه نمود این است که گاهی ممکن است برخی از نتایج به‌دست آمده توسط محققین به چاپ نرسد. برای مثال، ممکن است تأثیر کود خاصی موردبررسی قرار گیرد و افزایش مثبت در عملکرد یا رشد گیاهان زراعی نداشته باشد و محقق از چاپ آن صرف‌نظر کرده باشد. در صورتی که ممکن است عدم افزایش به علت pH خاک یا موارد دیگر باشد که از چشم محقق دور مانده و در یک متآنالیز می‌توان آن را بررسی نمود. در این موارد توصیه شده است که در صورت امکان داده‌های مطالعات چاپ نشده نیز بررسی شوند.

۵- تهیه یک پایگاه اطلاعاتی که حاوی اطلاعات لازم برای آنالیز باشد: در این مورد جمع‌آوری و تکمیل فرم‌های گفته شده در مورد ۴ می‌تواند آن فرم‌ها را تبدیل به پایگاه اطلاعاتی نماید.

۶- انجام متآنالیز: روش‌های مختلفی برای متآنالیز وجود دارد که در این پژوهش روشی که در اغلب مطالعه‌های اکولوژیک و زراعی انجام می‌شود، توضیح داده خواهد شد. لازم به ذکر است که در اغلب این مطالعه‌ها متآنالیزها محدود به گزارش تخمین اندازه اثر و حدود اطمینان می‌شوند.

۷- تفسیر نتایج حاصل: بعد از انجام متآنالیز بررسی و بحث در مورد نتایج حاصل صورت گیرد. در این مرحله به متجانس بودن یا نبودن مطالعه‌های مورد استفاده توجه می‌شود. همچنین باید توجه نمود که نمی‌توان گفت انجام یک متآنالیز کاملاً جامع است و به‌سادگی با نتیجه آن به یک نتیجه کلی دست‌یافت. برای مثال، در یک متآنالیز که در آن به بررسی اثر pH در مصرف کود نیتروژن پرداخته شده است، نمی‌توان در تفسیر نتایج فقط به اثر pH پرداخت و عوامل دیگری نیز هستند که بر مصرف کود اثر دارند.

مزایای فراتحلیل

¹ - Heterogeneity

² - Cofounder

³ - Homogeneous

۱- روش فراتحلیل عینی‌تر از روش‌های مرور سنتی است، در فراتحلیل احتمال کمتری برای گرفتارشدن در پیش‌داوری‌های ذهنی وجود دارد.

۲- فراتحلیل خصوصیات مطالعات را با اصطلاحات کمی توصیف می‌کند.

۳- پیشینه موضوع پژوهشی به شکل نظام‌مندی خلاصه‌بندی می‌شود.

۴- فراتحلیل، به ارتباط ویژگی‌های یک مطالعه با مطالعه دیگر به واسطه روش‌های آماری تأکید می‌کند.

۵- فراتحلیل گر علاوه بر شاخص‌های آماری، به اندازه اثرها نیز توجه دارد.

۶- روش فراتحلیل به دلیل دقت و ظرافت آن و استفاده از روش‌های آماری نیرومند به ارتباطات خاص بین متغیرها دست پیدا می‌نماید و به آزمون فرضیاتی می‌پردازد که در مطالعات دیگر نمی‌توان آنها را بررسی نمود.

۷- روش فراتحلیل به علت فراهم کردن نتیجه‌گیری مطمئن‌تر نسبت به روش‌های مرور سنتی شکاف‌های موجود بین پیشینه موضوعات پژوهشی را پر می‌کند و در نتیجه خلأ زمینه پژوهش‌های بعدی را به محقق نشان می‌دهد.

محدودیت‌های فراتحلیل

۱- فراتحلیل نتایج مطالعات به‌ظاهر یکسان ولی متفاوت را با یکدیگر ترکیب می‌کند تا بر اساس این نتایج نتیجه‌گیری کند. این انتقاد به‌عنوان ترکیب سیب‌ها و پرتقال‌ها معروف است و به این موضوع اشاره دارد که همان کاری که در مرور روایتی صورت می‌گیرد در اینجا نیز انجام می‌شود.

۲- فراتحلیل تفاوت‌های کیفی بین مطالعات را نادیده می‌گیرد. در واقع، فراتحلیل این تفاوت‌ها را کمی کرده و تأثیر آنها را به‌عنوان متغیر تعدیل‌کننده بررسی می‌کند.

۳- فراتحلیل یک روش "آشغال بده و آشغال بگیر" خواهد بود، اگر صرفاً به ترکیب آماری مطالعات مختلف در یک حوزه اکتفا شود و ارزش‌گذاری و وزن‌دهی به مطالعات مختلف برحسب روش‌شناسی، حجم نمونه و سایر متغیرهای منطقی دخیل در روش‌شناسی نادیده گرفته شود.

۴- به دلیل اینکه اغلب فقط یافته‌های معنی‌دار در مجلات و کتاب‌های علمی چاپ می‌شود، ممکن است برخی از نتایج در فراتحلیل گنجانده نشده باشد. هرچند در این مورد فراتحلیل نسبت به مرور روایتی کمتر آسیب‌پذیر است، زیرا در یک فراتحلیل خوب داده‌های چاپ‌نشده نیز گنجانده می‌شود.

سوگیری‌های مرتبط با جستجو مطالعات انجام‌شده

۱. سوگیری در انتشار (Publication bias)

یکی از محدودیت‌های اصلی برای تعمیم نتایج مطالعات متاآنالیز به کل جامعه سوگیری در انتشار است. استفاده از تکنیک‌های آماری برای شناسایی احتمال سوگیری در انتشار و کاهش اثر آن می‌تواند راه‌حل مناسب در این رابطه باشد.

۲. سوگیری ناشی از زبان جستجو (Language bias)

۳. سوگیری ناشی از استفاده از بانک‌های اطلاعاتی

مقالاتی که در کشورهای جهان سوم در نمایه‌های محلی ثبت می‌گردند سهم عمده‌ای در این نوع سوگیری دارند.

۴. سوگیری ناشی از استناد (Citation bias)

این نوع سوگیری بیشتر در زمانی به وجود می‌آید که منابع مقالات به‌عنوان اصلی‌ترین راه دستیابی به مقالات مرتبط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نحوه برخورد و شیوه سنجش کیفیت در مرور سیستماتیک و متاآنالیز می‌تواند به‌صورت تقسیم نمودن مقالات به سه گروه بر اساس احتمال بروز سوگیری در نتایج آنها (با احتمال کم، متوسط و زیاد سوگیری) و تدوین مقیاس عددی برای مقالات باشد. برای ارزیابی کیفیت مقالات به‌صورت عددی مقیاس‌های زیادی با دستورالعمل‌های متفاوت طراحی شده‌اند. در تمام این روش‌ها باید فقط مقالات و مطالعاتی وارد مطالعه نمود که حداقل نمره را کسب نموده باشند. هر یک از این روش‌ها دارای امتیازات و محدودیت‌های خاصی هستند. روش‌های ارزیابی کیفیت مقالات شامل موارد زیر است:

۱. تقسیم‌بندی مقالات به زیرگروه‌هایی بر اساس کیفیت آنها و انجام آنالیزهای مربوطه در زیرگروه‌های جداگانه (subgroup analysis)

۲. تعیین ارتباط بین امتیاز کیفیت مقالات و نتایج آنها

۳. وزن دادن مقالات بر اساس کیفیت آنها: معیار وزن‌دهی نه‌تنها بر اساس دقت (دامنه اطمینان شاخص) مطالعه باشد بلکه امتیاز کیفیت نیز در تعیین وزن مطالعات دخالت دارد.

دلایل استفاده از متاآنالیز می‌تواند به شرح ذیل باشد:

۱. ترکیب شدت اثرهای استخراج‌شده از مطالعات مختلف و بیان اثر تجمعی

۲. پاسخ به سؤالاتی که مطالعات اولیه نمی‌توانند به آنها پاسخ بدهند.

هر یک از مطالعات اولیه به‌تنهایی نمی‌توانند به تأثیر متغیرهایی که ثابت بوده‌اند پاسخ دهند. در متاآنالیز به دلیل تفاوت‌های بین مطالعات اولیه، می‌توان به نقش و تأثیر آنها پرداخت.

۳. ارزیابی دقیق‌تر تفاوت‌های موجود بین یافته‌های مطالعات

برای جمع‌بندی بهتر و دقیق‌تر نتایج مطالعات مختلف و حتی بررسی آماری دلایل تفاوت‌های بین مطالعات، انجام متاآنالیز یکی از کارآمدترین روش‌ها است.

موارد نابجای استفاده از متاآنالیز

۱. ترکیب نتایج تحقیقاتی را که با یکدیگر تفاوت بسیار دارند.

۲. ترکیب مطالعات با وجود تنوع روش‌های اجرا و تجزیه و تحلیل نتایج مطالعات اولیه
۳. استفاده از بعضی مطالعات اولیه با کیفیت پایین و تأثیر بر کل نتایج
۴. عدم توجه به سوگیری در انتشار
۵. حذف تعدادی از مطالعات به دلیل زبان مقاله

ناهمگونی یا عدم تجانس (Heterogeneity)

هرگونه عدم یکنواختی در مطالعات وارد شده در متاآنالیز (τ^2) ناهمگونی خوانده می‌شود که می‌تواند باعث بروز ناهمگونی آماری گردد. منشأ عدم یکنواختی به شرح ذیل می‌باشد:

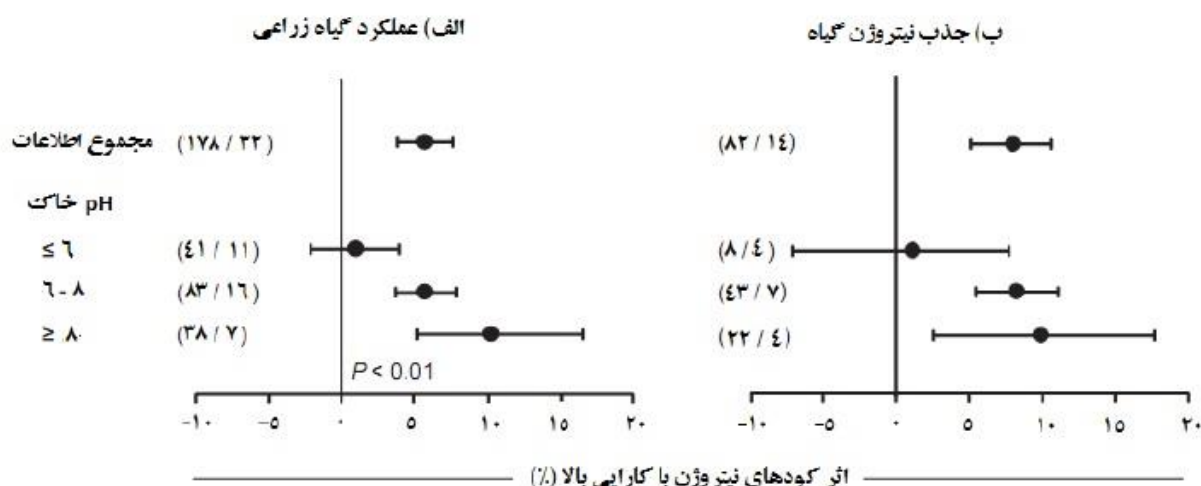
۱. تفاوت در نمونه‌های مورد مطالعه
 ۲. تفاوت در نوع متغیر مستقل
 ۳. تفاوت در نوع متغیرهای وابسته
 ۴. شیوه‌های مختلف مطالعه
- در بسیاری از مطالعات شیوه‌های مختلف با عدم تجانس وجود داشت که شامل موارد زیر می‌شود:
۱. عدم توجه به وجود عدم تجانس و انجام فراتحلیل
 ۲. صرف نظر کردن از فراتحلیل
 ۳. بررسی مجدد مطالعات اولیه برای کسب اطمینان از صحت نتایج
 ۴. بررسی ریشه ایجادکننده عدم تجانس از طریق انجام تحلیل در زیرگروه‌ها
 ۵. انجام فراتحلیل با روش‌های مبتنی بر اثرات تصادفی (متا - رگرسیون)
 ۶. تغییر شاخص
 ۷. حذف برخی از مطالعاتی که عدم تجانس بیشتری با سایرین دارند

کاربرد متاآنالیز در کشاورزی

لینکویست و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای اثرات کودهای مختلف نیتروژن با کارایی بالا^۱ (EENF) را بر عملکرد و جذب نیتروژن در مزارع غرقابی زیر کشت برنج بررسی کردند و تعیین نمودند که چه شرایط محیطی برای کودهای نیتروژن با کارایی بالا مؤثرتر خواهد بود. ایشان تمام مقالات ISI که قبل از سال ۲۰۱۲ منتشر شده بود را در این مطالعه بررسی کردند و فقط مقالاتی که تیمار شاهد و کود نیتروژن با زمان و تعداد کاربرد یکسانی داشتند را انتخاب نمودند. برای ارزیابی اثر مدیریت و خصوصیات خاک، مطالعات بر اساس pH خاک، نحوه عمل کودهای نیتروژن با کارایی بالا، میزان کود نیتروژن، روش اولین کود دهی و مدیریت آب طی فصل رشد طبقه‌بندی شدند. ایشان خاک‌های مورد مطالعه را بر اساس pH، به سه گروه: کمتر از ۶، بین ۶ تا ۸ و بیشتر از ۸ تقسیم‌بندی کردند. در نهایت داده‌های مطالعات را به روش متاآنالیز تجزیه کردند. ایشان اندازه اثر تیمار

¹ Enhanced efficiency nitrogen fertilizers

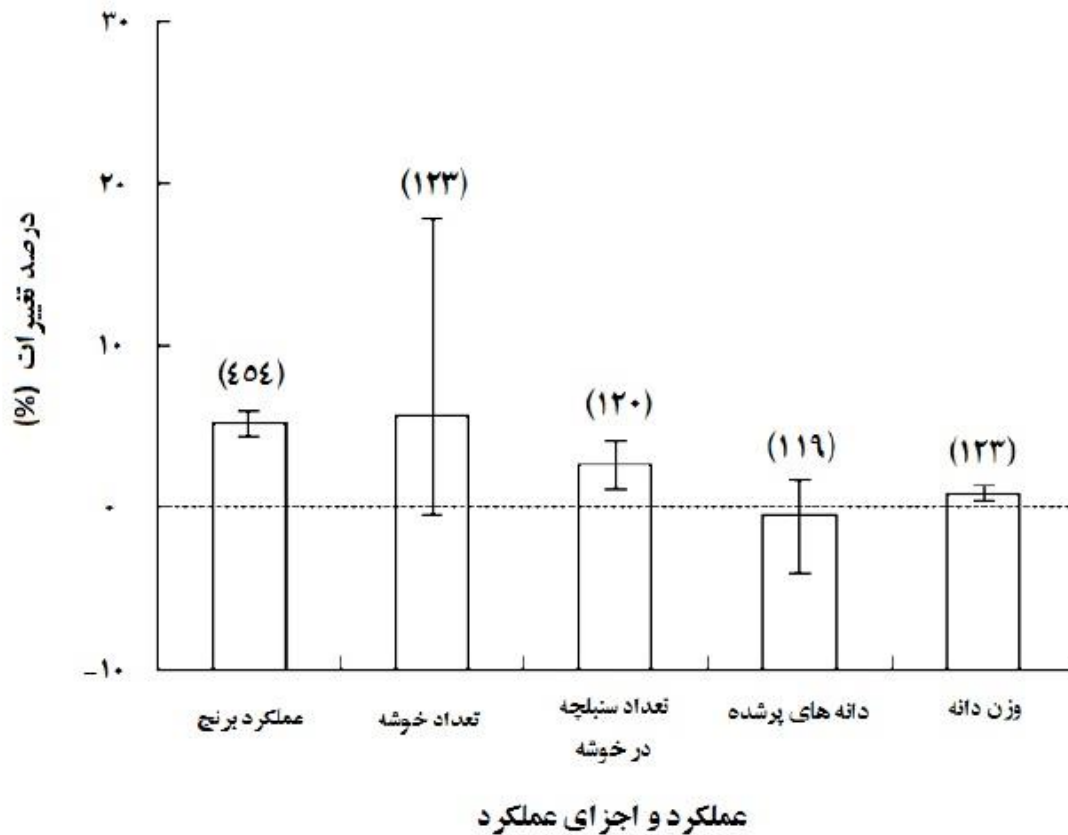
کود را بر اساس روش توضیح داده شده در این مقاله تعیین نمودند. ایشان نشان دادند که در کاربرد کودهای EENF منجر به ۵/۷ درصد افزایش عملکرد و ۸ درصد افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه شد. در مورد اثر pH خاک نتیجه متاآنالیز ایشان نشان داد که افزایش pH خاک موجب افزایش عملکرد و جذب نیتروژن خواهد شد (شکل ۱). همچنین ایشان به همین ترتیب میزان کود مورد استفاده (کمتر از ۶۰ کیلوگرم، بین ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم و بیشتر از ۱۲۰ کیلوگرم)، روش مورد استفاده برای اولین نوبت کوددهی (اختلاط کود با خاک، پخش سطحی و افزودن به آب)، زمان اولین کاربرد کود نیتروژن (قبل از غرقاب کردن و در زمان غرقاب کردن) و مدیریت آب طی فصل رشد (غرقاب دائم و تناوب خشکی و غرقاب) را نیز متاآنالیز نمودند و مشاهده کردند که برای هر مدیریت گفته شده به ترتیب میزان کود ۶۰ تا ۱۲۰ کیلوگرم، اختلاط کود با خاک، اولین کود قبل از غرقاب نمودن خاک و غرقاب دائم مزرعه موجب بیشترین عملکرد در برنج شد هرچند در برخی از این مدیریت‌ها اختلاف عملکرد معنی‌دار نبود.



شکل ۱- مزیت استفاده از کودهای نیتروژن با کارایی بالا در عملکرد و جذب نیتروژن تحت تأثیر pH - خاک. عدد اول داخل پرانتز تعداد مشاهدات و عدد دوم تعداد مطالعات مورد استفاده در متاآنالیز هستند.

هانگ و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش متاآنالیز اثرات بقایای گیاهی بر عملکرد برنج در چین را مورد بررسی قرار دادند. ایشان برای این بررسی تمام مقالات چاپ شده در چین و مقالات ISI منتشر شده قبل از سال ۲۰۱۲ را مورد بررسی قرار دادند. ایشان داده‌های خود را به دو گروه تقسیم کردند: (۱) در گروه اول پژوهش‌هایی که مقادیر مساوی از کودهای غیر آلی همراه با و یا بدون استفاده از بقایای گیاهی استفاده کرده بودند و (۲) پژوهش‌هایی که بقایای گیاهی به همراه کاربرد کم کود غیر آلی را با کاربرد کامل کودهای غیر آلی مقایسه کرده بودند. گروه اول داده‌ها را برای بررسی اثر بقایای گیاهی روی عملکرد برنج و عوامل مؤثر بر آن استفاده کردند و گروه دوم برای ارزیابی مقدار کود بقایای گیاهی برای تولید برنج استفاده شد. ایشان نیز برای متاآنالیز از روش مشابهی که در این مقاله توضیح داده شد، استفاده کردند. شکل (۲) قسمتی از نتایج هانگ و همکاران (۲۰۱۳) را نشان می‌دهد. در مجموع مطالعات استفاده از بقایای گیاهی منجر به افزایش معنی‌دار (حدود ۵/۲ درصدی) عملکرد

برنج گردید. تعداد خوشه‌ها در بوته نیز افزایش معنی‌داری داشتند ولی این افزایش معنی‌دار نبوده است. از طرفی تعداد دانه‌های پر نیز مقداری کاهش داشته ولی این مقدار نیز معنی‌دار نبوده است.

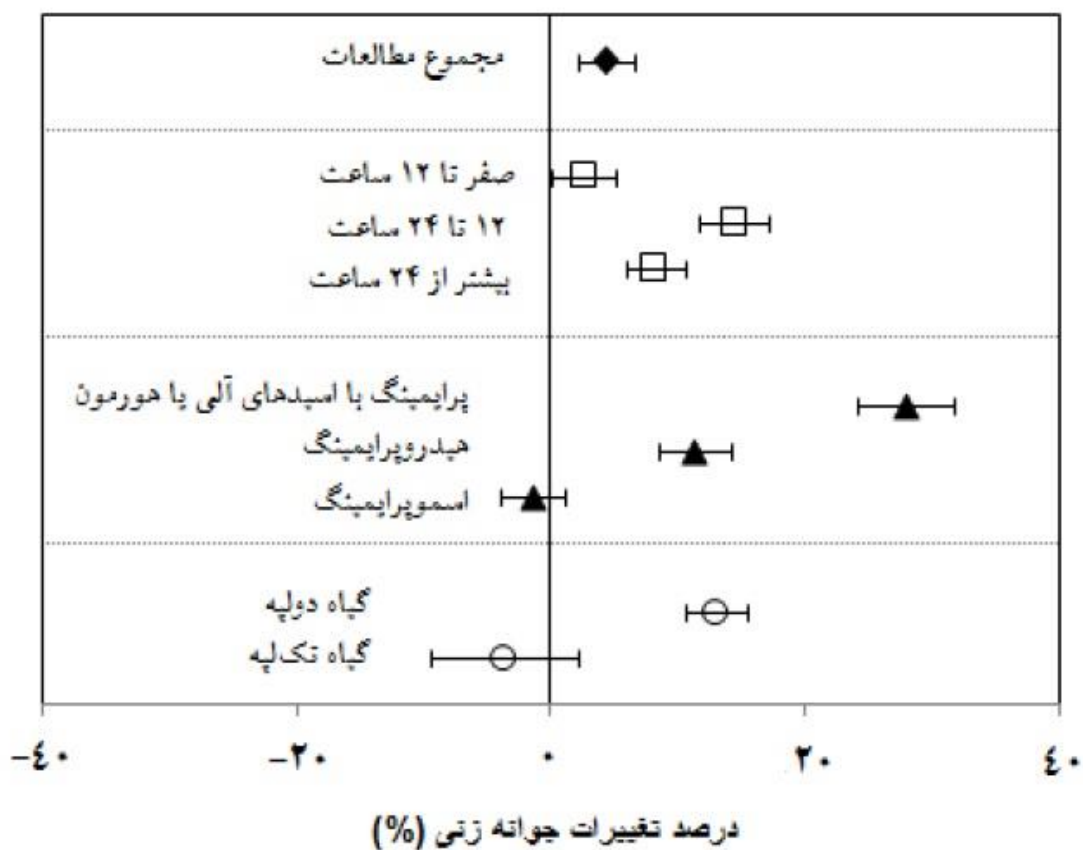


شکل ۲- اثر بقایای گیاهی بر درصد تغییرات عملکرد و عوامل مؤثر بر آن. بارها فواصل ۹۵ درصد اطمینان را نشان می‌دهند. اعداد داخل پرانتز تعداد مشاهدات هستند.

سلطانی و سلطانی (در دست انتشار) در یک متاآنالیز اثر پرایمینگ^۱ بذر بر جوانه‌زنی را بررسی کردند. ایشان در این مطالعه از پژوهش‌هایی که تا پایان سال ۱۳۹۲ در ایران صورت گرفته بود استفاده کردند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که در مجموع پرایمینگ بذر می‌تواند حدود ۴ درصد افزایش در درصد جوانه‌زنی ایجاد نماید (شکل ۳). ایشان دوره‌های پرایمینگ را به سه قسمت تقسیم نمودند و نشان دادند که دوره پرایمینگ بین ۱۲ تا ۲۴ ساعت بیشترین درصد جوانه‌زنی (حدود ۱۴ درصد افزایش در درصد جوانه‌زنی) را ایجاد کرد (شکل ۳). نامبردگان نشان دادند در بین روش‌های مختلف پرایمینگ بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار بذر با اسیدهای آلی یا هورمون‌ها ایجاد شد (به‌میزان حدود ۲۲ درصد افزایش درصد جوانه‌زنی) بعد از این تیمار بذر با هیدروپرایمینگ با ۱۱ درصد افزایش درصد جوانه‌زنی در رتبه دوم قرار داشت و تیمار پرایمینگ با مواد اسمزی موجب حدود ۱ درصد کاهش در درصد جوانه‌زنی شد، البته حدود اطمینان آن تا حدود ۱ درصد افزایش تغییر داشت (شکل

^۱ پرایمینگ بذر روشی ساده و کم هزینه برای افزایش کیفیت بذر است که در صورت انجام صحیح آن به افزایش عملکرد منجر می‌شود.

۳. ایشان نشان دادند که بین گیاهان تکلیه و دولپه نیز تفاوت معنی‌داری وجود داشت و پرایمینگ بذر بر گیاهان دولپه اثر بیشتری داشت (شکل ۳).



شکل ۳- اثر پرایمینگ بذر بر درصد تغییرات جوانه‌زنی. دوره پرایمینگ، نوع ماده مورد استفاده در پرایمینگ و تکلیه یا دولپه بودن گیاه مورد ارزیابی قرار گرفته است (سلطانی و سلطانی (در دست انتشار)).

فصل سوم

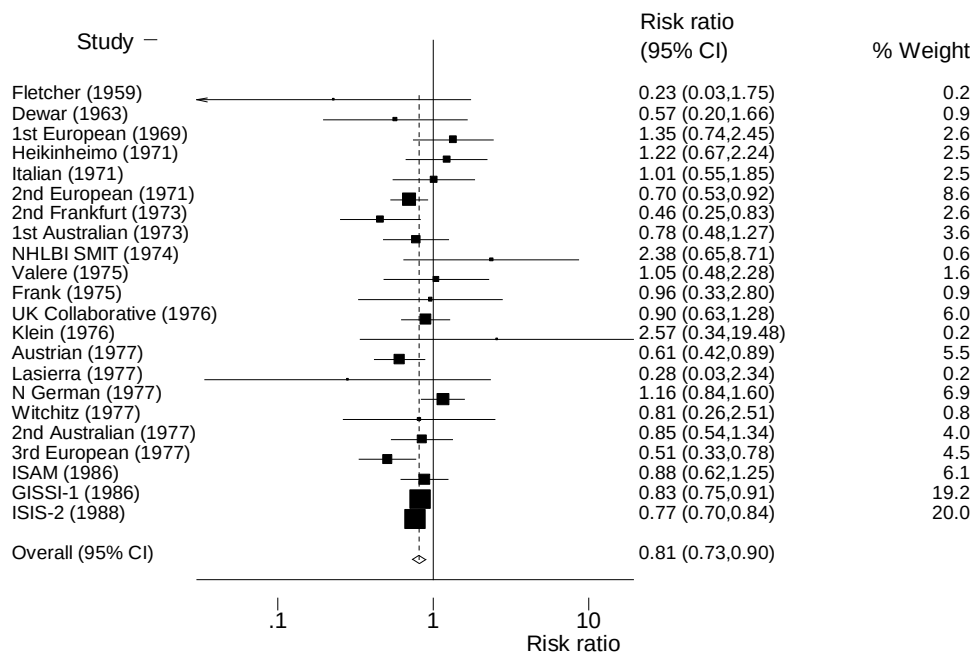
روش‌شناسی

در متاآنالیز نتایج مطالعات اولیه باهم ترکیب شده و برآیند (میانگین) نتایج تحقیقات اولیه نشان داده می‌شود. با توجه به اینکه نتایج همه مطالعات هم ارزش نیستند، بجای میانگین ساده، میانگین وزن داده‌شده محاسبه می‌شود.

نمودارها و آزمون‌های بررسی عدم تجانس

۱- نمودار انباشت (FOREST PLOT)

این نمودار رایج‌ترین نوع نمودار در فراتحلیل است که در آن شاخص‌های حاصل از تک‌تک مطالعات به همراه برآیند کلی آنها به نمایش گذاشته می‌شود. محور عمودی این نمودار نشان‌دهنده نام مطالعه (می‌توان مطالعات را برحسب سال انتشار یا حجم نمونه مرتب نمود) و محور افقی نمایانگر میزان شاخص موردبررسی است. برای هر مطالعه یک نقطه مربع شکل که اندازه آن متناسب با وزن آن مطالعه است رسم شده و در کنار این مربع خطی افقی فاصله اطمینان ۹۵ درصد شاخص موردنظر را نشان می‌دهد. گاهی دو خط عمودی نیز رسم می‌شوند. خط اول که منطبق بر محور عمودی یک لوزی است، برآیند شاخص حاصل از فراتحلیل است. خط عمودی دوم که معمولاً بر یک عدد رسم می‌شود نشان‌دهنده مقدار فرض صفر است (برای شاخص نسبت شانس و ضریب خطر برابر با یک، برای تفاضل خطرات برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود) (شکل ۴).

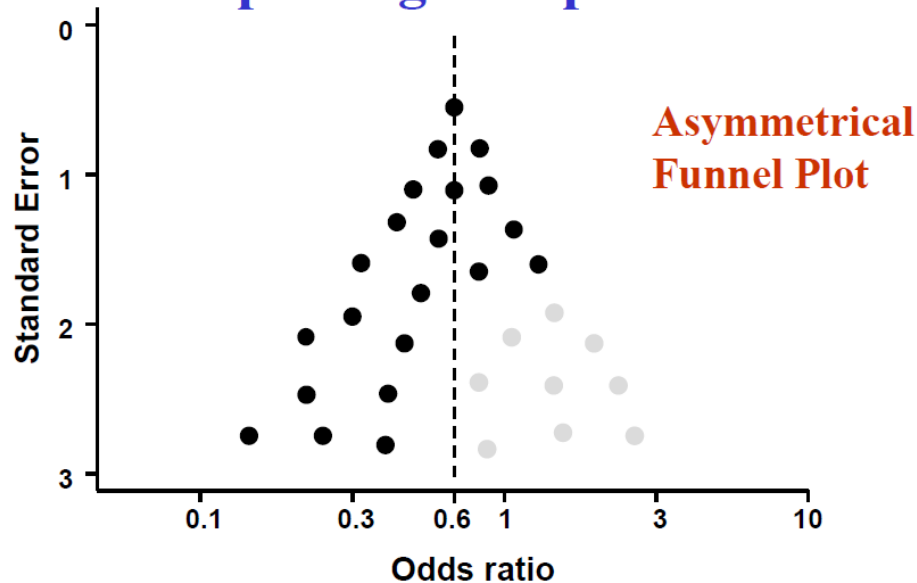


شکل ۴- نمونه از نمودار انباشت

۲- نمودار کیفی (FUNNEL PLOT)

این نمودار برای بررسی میزان تجانس مطالعات و همچنین بررسی شانس بروز سوگیری در انتشار نتایج کاربرد دارد. برای رسم آن محور عمودی نشان‌دهنده شاخص برآورد شده در مطالعه و محور افقی خطای معیار شاخص را نشان می‌دهد. یک خط افقی نشان‌دهنده مقدار برآوردی شاخص در جامعه (حاصل از فراتحلیل) رسم شده و دو خط مورب کیفی شکل نیز حدود اطمینان ۹۵ درصد مربوط به این شاخص‌ها را نشان می‌دهد. نقطه مربوط به هر مطالعه مشخص شده و به سادگی می‌توان نتیجه گرفت که در مطالعات با حجم نمونه بالاتر میزان خطای معیار پایین‌تری برای شاخص حاصل شده و در نتیجه این مطالعات در قسمت چپ نمودار متراکم می‌شوند. برعکس مطالعات با حجم نمونه پایین تمایل به خطای معیار بالاتر برای شاخص‌ها داشته و در سمت راست نمودار قرار می‌گیرند. اگر به نتایج مطالعات به چاپ نرسیده دسترسی داشته باشیم، می‌توان این مطالعات را با شکل متفاوت از مطالعات به چاپ رسیده مشخص نمود و به این ترتیب شکل سوگیری در انتشار نتایج را به‌طور شهودی نشان داد (شکل ۵).

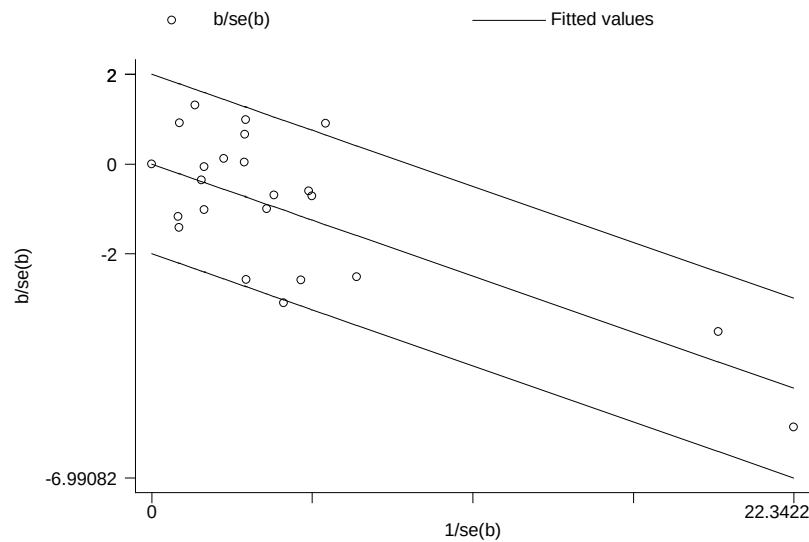
Reporting bias present



شکل ۵- نمونه از نمودار قیفی

۳- نمودار گالبریث (GALBRAITH PLOT)

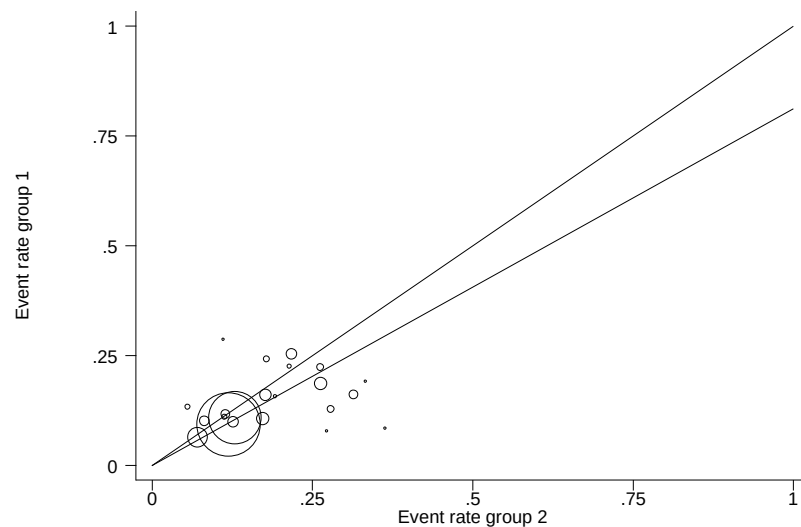
این نمودار روش ساده برای تبیین عدم تجانس است. در این نمودار محور عمودی مقدار شاخص استاندارد شده (Z-Score) و محور افقی مقدار وزن هر مطالعه را نشان می‌دهد. مطابق معمول این نمودارها در صورتی که شاخص موردنظر از جنس نسبت باشد (مثلاً نسبت شانس، نسبت خطر و ...) ابتدا از آن لگاریتم گرفته و سپس استاندارد می‌شود. در مرحله بعد خط رگرسیونی رسم می‌شود که محور عمودی را در نقطه صفر قطع کرده و شیب آن برابر مقدار پارامتر برآورد شده در مدل با اثرات ثابت است. سپس از نقاط ۲ و ۲- بر محور عمودی دو خط موازی با این خط رگرسیون رسم می‌شود (بازه اطمینان ۹۵٪). در صورت وجود تجانس انتظار می‌رود که تمامی نقاط در این بازه قرار گیرند (شکل ۶).



شکل ۶- نمونه از نمودار گالبریث

۴- نمودار لابه (L'ABBE PLOT)

این نمودار فقط زمانی کاربرد دارد که متغیر وابسته اندازه‌گیری شده در گروه‌های مورد مطالعه از نوع دو حالت باشند. سپس شاخص مورد نظر در دو گروه مورد مطالعه مشخص شده و هر گروه در یکی از محورهای مختصات قرار می‌گیرد. نقطه مربوط به هر مطالعه به صورت یک مربع یا دایره که اندازه آن به وزن آن مطالعه بستگی دارد رسم می‌شود. همچنین در این شکل معمولاً خط متناظر با فرض صفر (عدم اختلاف میزان وقوع پیامد در دو گروه) نیز رسم می‌شود. این نمودار نیز همانند نمودار قیفی می‌تواند احتمال بروز سوگیری در انتشار نتایج را نشان دهد. به این معنا که اگر نقاط متناظر با مطالعات کوچک‌تر بیش از نتایج مربوط به مطالعات بزرگ‌تر در یک طرف خط متمرکز باشند، احتمال سوگیری در انتشار مطرح می‌شود (شکل ۷).



شکل ۷- نمونه از نمودار لابه

روش آماری برای فراتحلیل

بعد از جمع‌آوری داده‌ها، به‌طور معمول در فراتحلیل اندازه اثر تعیین می‌شود (اوسنبرگ و همکاران، ۱۹۹۹؛ گورویچ و هدگز، ۱۹۹۹) و برای مقایسه آنها حدود اطمینان حول میانگین‌ها و یا شیب‌ها تعیین می‌شود. برای توضیح این روش، این مثال را در نظر بگیرید که قصد مقایسه اثر افزایش غلظت CO_2 را داریم. برای این منظور فرض کنید مطالعات مختلفی در اختیار است که در آنها رشد گیاهان در شرایط محیط نرمال و در آزمایشگاه (افزایش غلظت CO_2) اندازه‌گیری شده است. مقادیر میانگین، انحراف معیار (SD) و اندازه نمونه (تعداد تکرار) در شرایط آزمایشگاه (افزایش غلظت) را به ترتیب با $\bar{X}_E$ ، ESD و En نشان داده شده‌اند؛ وقادیر میانگین، انحراف معیار (SD) و اندازه نمونه (تعداد تکرار) در شرایط شاهد نیز با $\bar{X}_C$ ، SDC و Cn نشان داده شده‌اند. به این ترتیب، نسبت واکنش (R) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$R = \frac{\bar{X}_E}{\bar{X}_C} \quad (۳)$$

به دو دلیل بهتر است که نسبت واکنش برحسب مقیاس لگاریتم خطی آورده شود. اول اینکه، مقیاس لگاریتم خطی با انحرافات (deviations) صورت و مخرج کسر رفتار مشابهی دارد. به این مفهوم که این نسبت بیشتر تحت تأثیر تغییرات مخرج کسر (به خصوص وقتی مخرج کوچک باشد) است، ولی لگاریتم این نسبت به‌طور مساوی تحت تأثیر تغییرات صورت و مخرج کسر قرار دارد. دلیل دوم این است که توزیع نسبت واکنش (R) معمولاً چولگی دارد، ولی توزیع نسبت واکنش به صورت لگاریتمی (L) معمولاً نرمال خواهد بود. بنابراین، نسبت واکنش به صورت زیر لگاریتمی خواهد شد:

$$L = \ln R = \ln \left(\frac{\bar{X}_E}{\bar{X}_C} \right) \quad (۴)$$

بهترین راه برای مقایسه مطالعه‌های مختلف استفاده از میانگین اثر آنها است. هرچند، در تخمین اندازه تأثیر آزمایش‌های مختلف دقت‌های (اشتباه معیار) متفاوتی دارند. بنابراین، قبل از متاآنالیز باید وزن‌دهی داده‌ها صورت گیرد به این ترتیب مطالعه‌هایی که دقت آزمایشی بالاتری دارند وزن بیشتری نیز خواهند داشت که موجب افزایش دقت اندازه تأثیر تخمین‌زده خواهد شد. میانگین وزن‌دهی شده لگاریتم نسبت واکنش که بیشترین دقت (کمترین واریانس) را ایجاد می‌کند، عبارت است از:

$$\overline{\ln R} = \frac{\sum (\ln R_i \times W_i)}{\sum (W_i)} \quad (۵)$$

در این رابطه i شماره مطالعه و w تعداد تکرار در هر مشاهده است. حدود اطمینان برای میانگین لگاریتم نسبت واکنش $(\lambda\mu)$ که با (CL_U, CL_L) نشان داده می‌شوند از طریق زیر قابل محاسبه هستند:

$$CL_L = \bar{L}^* - Z_{\frac{\alpha}{2}} SE(\bar{L}^*) \leq \mu_{\lambda} \leq \bar{L}^* + Z_{\frac{\alpha}{2}} SE(\bar{L}^*) \quad (6)$$

سپس از مقادیر $\lambda\mu$ آنتی لگاریتم گرفته شود و میانگین‌های آنتی لگاریتم شده $(\rho\mu)$ مقایسه خواهند شد. حدود اطمینان‌ها برای به صورت زیر خواهند بود:

$$\exp(CL_L) \leq \mu_{\rho} \leq \exp(CL_U) \quad (7)$$

توجه داشته باشید که حدود اطمینان برای لگاریتم نسبت واکنش متقارن¹ است، ولی حدود اطمینان داده‌هایی که معکوس تبدیل روی آنها انجام شده $(\rho\mu)$ در نقطه تخمین زده شده نسبت واکنش $(\exp(\bar{L}^*))$ متقارن نخواهد بود.

¹ - Symmetric

فصل چهارم

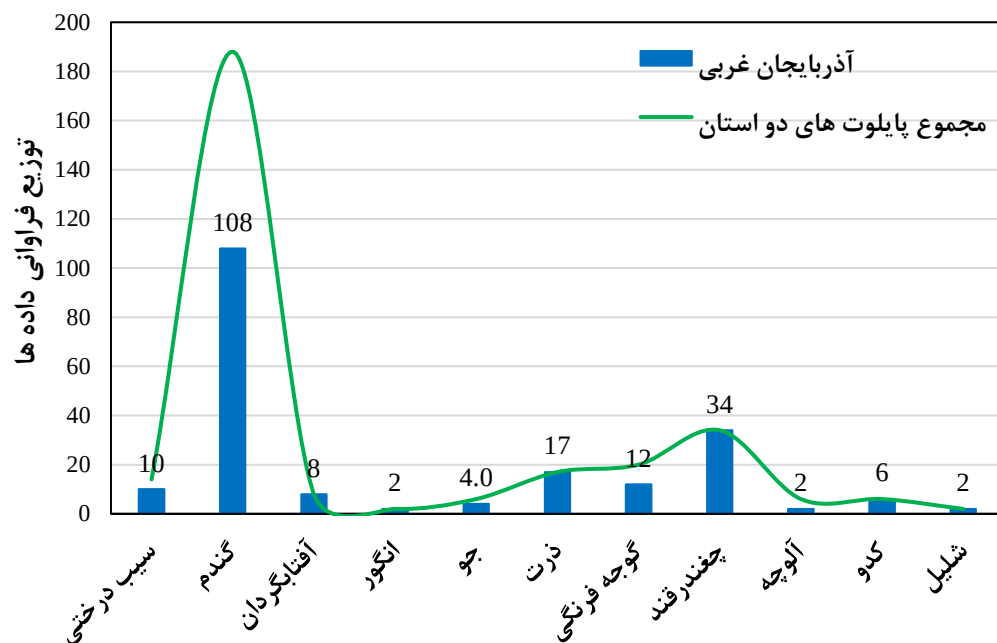
بحث و نتایج

تاکنون در راستای کاهش مصرف آب کشاورزی، استفاده از تکنیک‌های زراعی مختلف (نظیر سیستم‌های کشاورزی حفاظتی، رقم گیاه زراعی و باغی، تاریخ کاشت، مدیریت تغذیه و ...) در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در قالب طرح‌های مقایسه‌ای در سال‌های زراعی متعددی صورت گرفته است. با توجه به ضرورت انجام فعالیت‌های وسیع آموزشی، اجرایی، حمایتی و ... به منظور انتقال این تکنیک‌ها به مزارع، ضرورت دارد که اثربخشی این تکنیک‌ها در مزارع پایلوت مورد ارزیابی قرار گیرد و گزارش شود؛ زیرا سنجش و ارزیابی اقدامات صورت گرفته به منظور درک صحیح از میزان اثربخشی اقدامات صورت گرفته به عنوان یکی از گام‌های اساسی و ضروری در هر پروژه می‌باشد. از طرفی به دلیل تأثیر عوامل مختلف، نتایج جمع‌آوری شده مشابه نبوده و گاهی متناقض است. در چنین مواردی نتیجه‌گیری نهایی با مشکل مواجه است. از این رو باهدف تعیین میزان اثربخشی تکنیک‌های مختلف به زراعی اجرا شده در مزارع در سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳، ۱۳۹۵-۱۳۹۴، ۱۳۹۶-۱۳۹۵، ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در شرق دریاچه ارومیه و پایلوت‌های آذربایجان غربی در غرب دریاچه ارومیه، از روش فراتحلیلی (متاآنالیز) در این پژوهش استفاده شده است زیرا روش فراتحلیل (متاآنالیز) برای چنین شرایطی به وجود آمده است. به طوری که با کمک این روش مطالعات مختلف روی یک موضوع خاص به صورت آماری تحلیل شده و نتیجه‌گیری قابل اعتماد از مطالعات متعدد، پراکنده و حتی متناقض به عمل می‌آید. این روش آماری گذشته خیلی دوری ندارد و در سطح دنیا نیز به تازگی مورد استفاده محققان علوم زراعی قرار گرفته است. محل اجرای این سنجش، مزارع انتخابی در حوضه دریاچه‌ای ارومیه شامل شهرستان‌های ارومیه، سلماس، میاندوآب، مهاباد، آذرشهر، اسکو، عجب‌شیر و بناب بوده است. در این سنجش به طور مشخص اثربخشی تکنیک‌های اجرا شده در مزارع، تحت مدیریت کشاورزان بومی منطقه، بر راندمان کاربرد آب (Ea)، عملکرد محصول (Yc)، بهره‌وری مصرف آب (WP) و کارایی مصرف آب (WUE) صورت گرفته است. روش فراتحلیل در این ارزیابی در پایلوت‌های استان

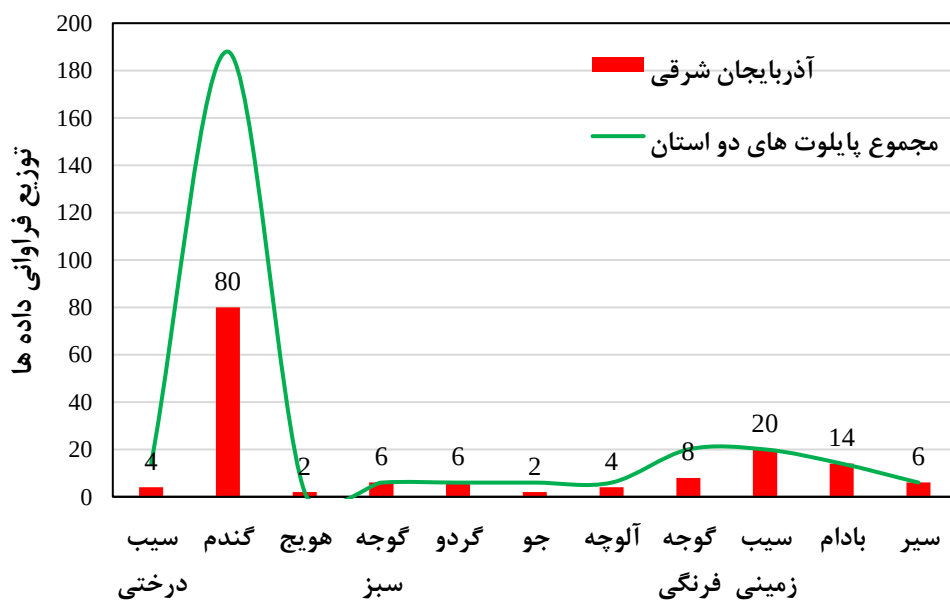
آذربایجان شرقی و غربی و مجموع پایلوت‌ها در دو استان انجام شده است و در این روش، تکنیک از جزء به کل استفاده می‌شود. این بدان معناست که نتایج شهرستان‌ها به عنوان جزء به نتایج از کل که استان در نظر گرفته شد، تعمیم داده شد.

توزیع فراوانی پایلوت‌های اجرای تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی

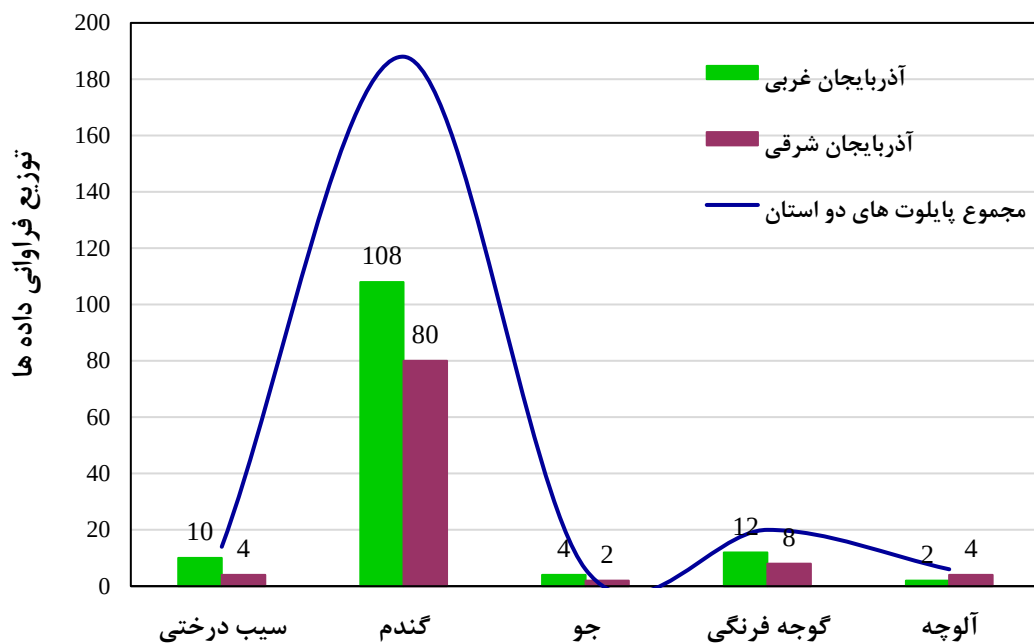
در شکل ۸ نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع موردبررسی استان آذربایجان غربی برای محصولات مختلف در چهار سال زراعی نشان داده شده است. با توجه به شکل ۸، محصول گندم از میان تمام محصولات موردبررسی در طی پنج سال زراعی با تعداد ۱۰۸ مزرعه بیشترین پایلوت‌های اجرائی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی را داشته است. در شکل ۹ نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع موردبررسی استان آذربایجان شرقی برای محصولات مختلف در چهار سال زراعی ارائه شده است. با توجه به شکل ۹، در استان آذربایجان شرقی در طی پنج سال زراعی ۸۰ مزرعه گندم تحت پایش آبیاری قرار گرفته است. در شکل ۱۰ توزیع فراوانی تعداد مزرعه موردبررسی برای محصولات مشترک در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در پنج سال زراعی نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱۰، در مجموع پایلوت‌های دو استان در طول سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۳ تعداد پایلوت‌های مزرعه گندم که پایش آبیاری صورت گرفته، ۱۸۸ مزرعه می‌باشد و این تعداد نشان می‌دهد بر روی محصول گندم تمرکز ویژه‌ای شده است (شکل ۱۰). در جدول ۱ مقایسه میزان متوسط عملکرد و آب‌کاربردی محصولات گندم، جو، سیب‌درختی و گوجه‌فرنگی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان در طول پنج سال زراعی ارائه شده است. ارائه شکل ۱۰ و جدول ۱ به دلیل مقایسه پایلوت‌های محصولات مشترک در دو استان صورت گرفته است. بیشترین عملکرد گندم در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در مزرعه‌هایی که تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام شده است به مقدار ۷/۱ تن و کمترین آن در مزرعه‌های شاهد پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به مقدار ۵/۶ تن به‌دست آمد. همچنین بیشترین آب‌آبیاری گندم در مزرعه‌های شاهد پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به مقدار ۵۱۵۸/۸۳ مترمکعب در هکتار مشاهده شد. درحالی‌که کمترین آب‌آبیاری گندم در مزرعه‌های پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی که تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام شده است، به مقدار ۳۰۲۷/۰۳ مترمکعب در هکتار مشاهده شد. همچنین در محصول جو، بیشترین عملکرد در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در مزرعه‌هایی که تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام شده است، به مقدار ۵/۱ تن در هکتار بوده است و کمترین مقدار در مزرعه‌های شاهد پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به مقدار ۳/۹ مشاهده شده است. همچنین کمترین آب‌آبیاری جو در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در مزرعه‌هایی که تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام شده است، به میزان ۴۱۷۰ مترمکعب در هکتار مشاهده شد و بیشترین آب‌آبیاری جو در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به مقدار ۵۳۷۸ مترمکعب در هکتار مشاهده شد (جدول ۱). همانطور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، در محصول گوجه‌فرنگی بیشترین عملکرد و کمترین آب‌آبیاری به‌ترتیب در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی به‌میزان ۶۱/۵ تن در هکتار و ۶۰۱۶۵/۵۷ مترمکعب در هکتار به دلیل انجام تکنیک‌های به‌زراعی به‌دست آمد. در محصول آلوچه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی در عملکرد تغییر چندانی ایجاد نشده است، در صورتی‌که کاهش کاربرد آب به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافته است (جدول ۱). مشاهده این امر در محصولاتی مانند جو و آلوچه با اهداف توسعه پایدار کشاورزی تطابق دارد زیرا در اهداف توسعه پایدار کشاورزی سعی می‌شود با افزایش یا حفظ مقدار یکسان عملکرد، در آب‌آبیاری کاهش ایجاد شود.



شکل ۸- نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع موردبررسی برای محصولات مختلف در پایلوت های استان آذربایجان غربی و مجموع پایلوت های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۹- نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع موردبررسی برای محصولات مختلف در پایلوت های استان آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۱۰- نمودار توزیع فراوانی تعداد مزارع موردبررسی برای محصولات مشترک در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و

آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

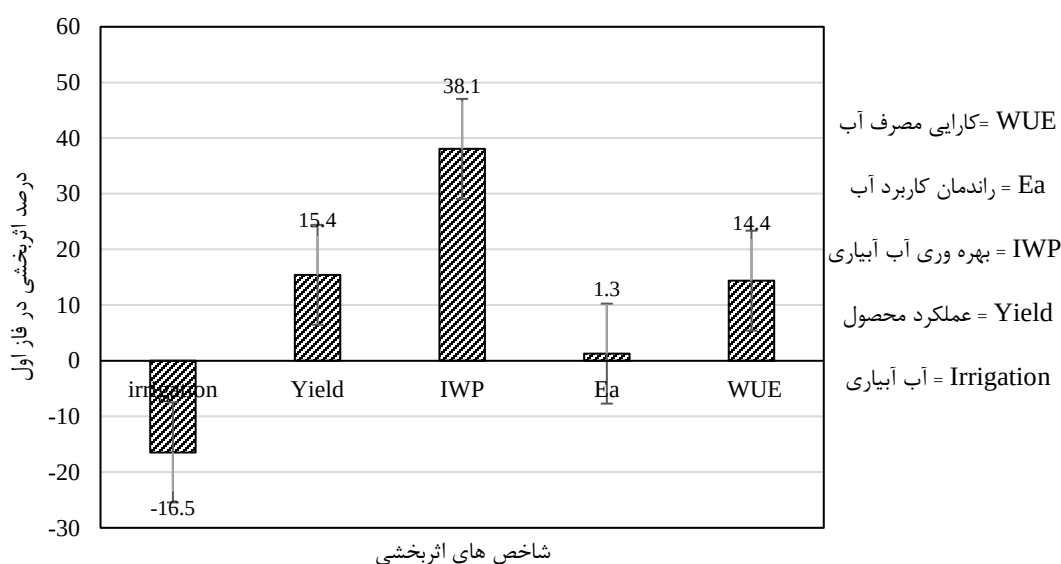
جدول ۱- مقایسه میزان عملکرد و کاربرد آب در نتیجه کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی برای محصولات مشترک در پایلوت-

های استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

متغیر	میانگین تیمارهای تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی		میانگین شاهد	
	آذربایجان غربی	آذربایجان شرقی	مجموع پایلوت‌ها	آذربایجان شرقی
گندم				
عملکرد (تن در هکتار)	۷/۷۱	۷	۷/۳۴	۷/۱۷
آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار)	۴۱۱۲/۷۱	۳۰۲۷/۰۳	۳۵۶۹/۸۷	۵۱۵۸/۸۳
جو				
عملکرد (تن در هکتار)	۵	۵/۱	۵	۴
آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار)	۴۱۷۰	۴۷۸۹	۴۴۷۹/۵	۴۵۳۵
سیب درختی				
عملکرد (تن در هکتار)	۲۷/۲	۱۵	۲۱/۰۷	۲۷
آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار)	۷۰۲۲/۴	۵۸۵۳/۵	۶۴۳۷/۹۵	۱۰۸۳۶
گوجه‌فرنگی				
عملکرد (تن در هکتار)	۲۶/۵۲	۶۱/۵	۴۴/۰۱	۲۳/۳۵
آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار)	۶۰۱۶۵/۵۷	۶۵۲۱/۹۷	۶۲۶۹/۲۷	۱۰۰۳۵/۳۶
آلوچه				
عملکرد (تن در هکتار)	۱۵/۵	۵	۱۰/۲۵	۱۵/۵
آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار)	۶۸۳۶/۱	۳۹۸۱/۵۸	۵۴۰۸/۸۴	۱۱۱۰۸/۵

ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳

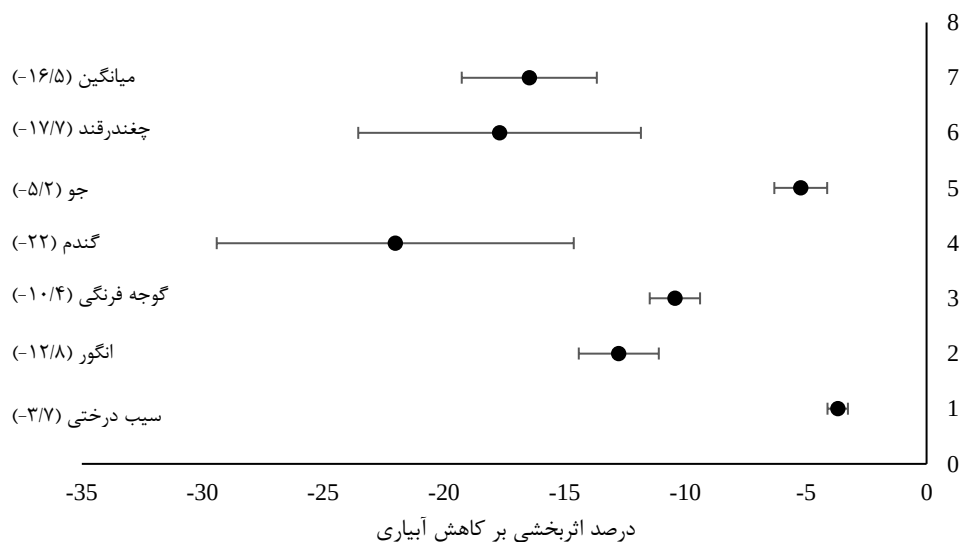
در فاز اول پروژه در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی انجام شد؛ بنابراین ارزیابی اثربخشی مجموع تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی تنها در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی وجود دارد. در شکل ۱۱ نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی که در محصولات مختلف انجام شده است، ارائه شده است. نتایج شکل ۱۱ بدون در نظر گرفتن نوع محصول در کل پایلوت‌های سال زراعی ۹۳-۹۴ حاصل شده است. در این سال زراعی تعدادی از مزارع که قابل ارزیابی نبودند حذف شده است؛ زیرا در این مزارع محصولات تیمار و شاهد متفاوت بوده است. با توجه به شکل ۱۱ بهترین اثربخشی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بر بهره‌وری آب‌آبیاری به‌میزان ۳۸/۱ درصد حاصل شده است.



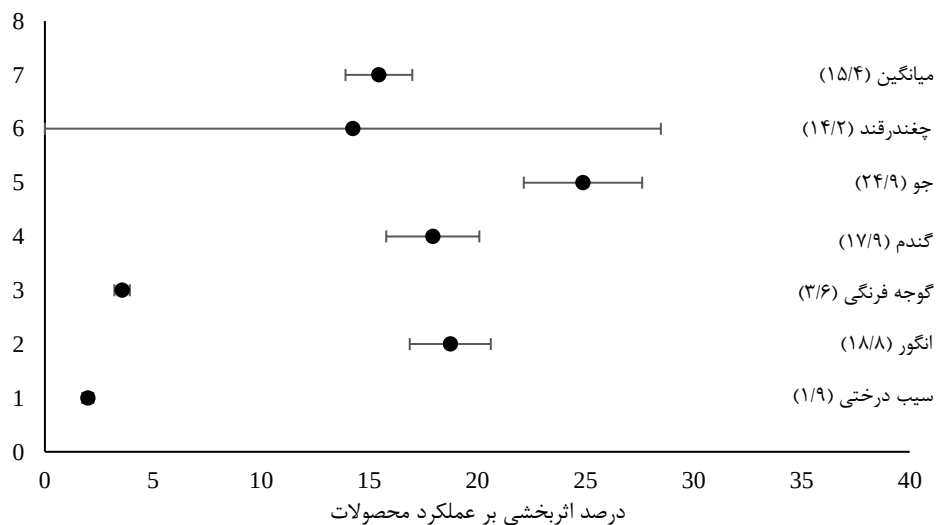
شکل ۱۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳

در شکل‌های ۱۲ تا ۱۶ نتایج ارزیابی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام شده در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به تفکیک محصولات نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱۲ فاز اول پروژه در سال ۱۳۹۳-۱۳۹۴ با اثربخشی ۱۶/۵ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری گندم با ۲۲ درصد اثربخشی داشته است. در حالی که پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۱۵/۴ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد جو به‌میزان ۲۴/۹ درصد مشاهده شد (شکل ۱۳). بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $51\% < 38/8\% < 36\%$ به‌ترتیب در گندم < چغندر قند < انگور حاصل شد (شکل ۱۴). در صورتی که اثربخشی بر راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف محصولات مختلف چندان قابل‌لمس نبود و در مجموع پایلوت‌های استان آذربایجان غربی ۱/۳ و ۱۴/۴ درصد اثربخشی بر افزایش به‌ترتیب راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب مشاهده شد (شکل ۱۵ و ۱۶). در جدول ۲ متوسط میزان آب‌آبیاری، عملکرد و بهره‌وری

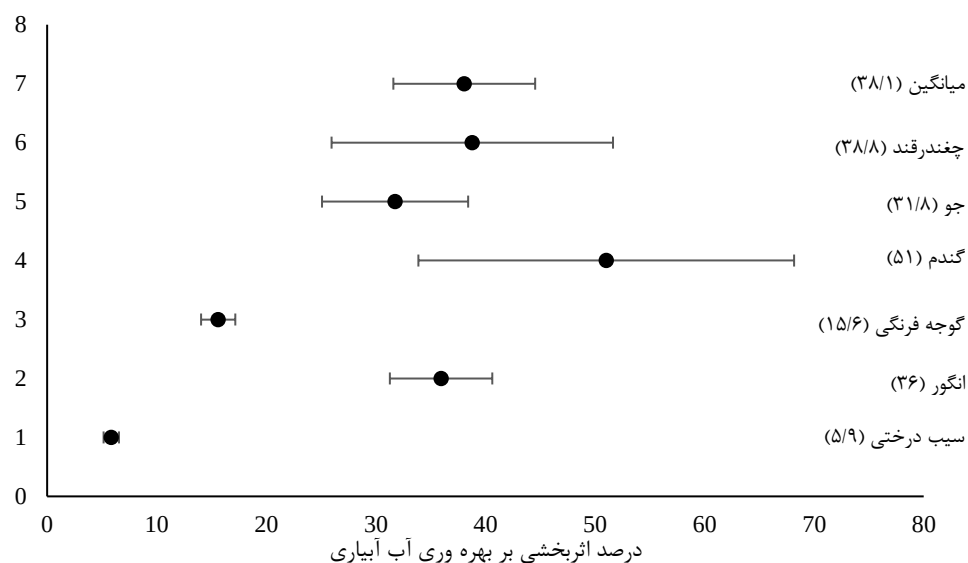
آب‌آبیاری به تفکیک محصول در مزارع با کشت سنتی و مرسوم و مزارعی که مجموع تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی اجرا شده است در استان آذربایجان غربی ارائه شده است.



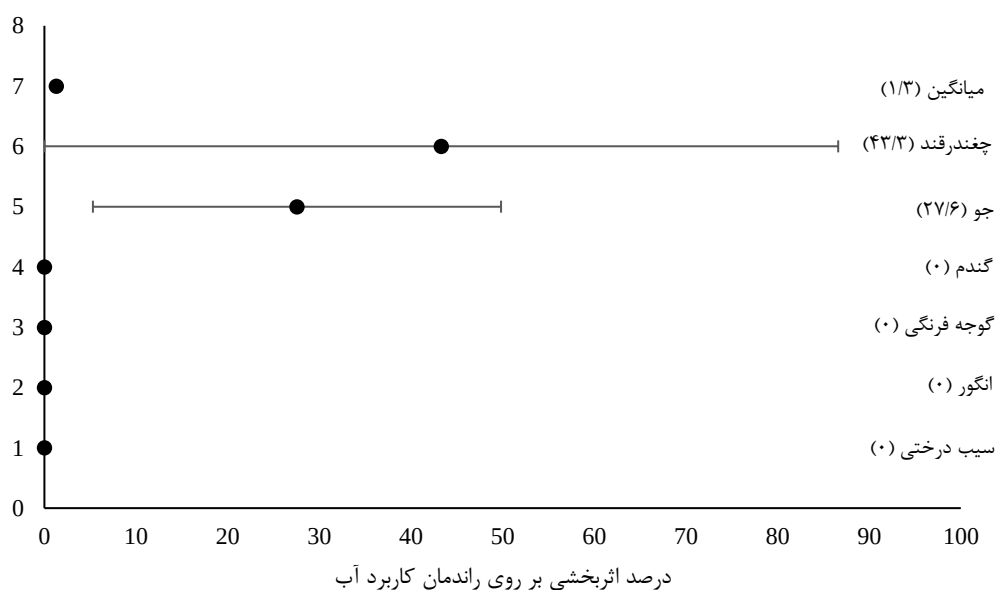
شکل ۱۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴



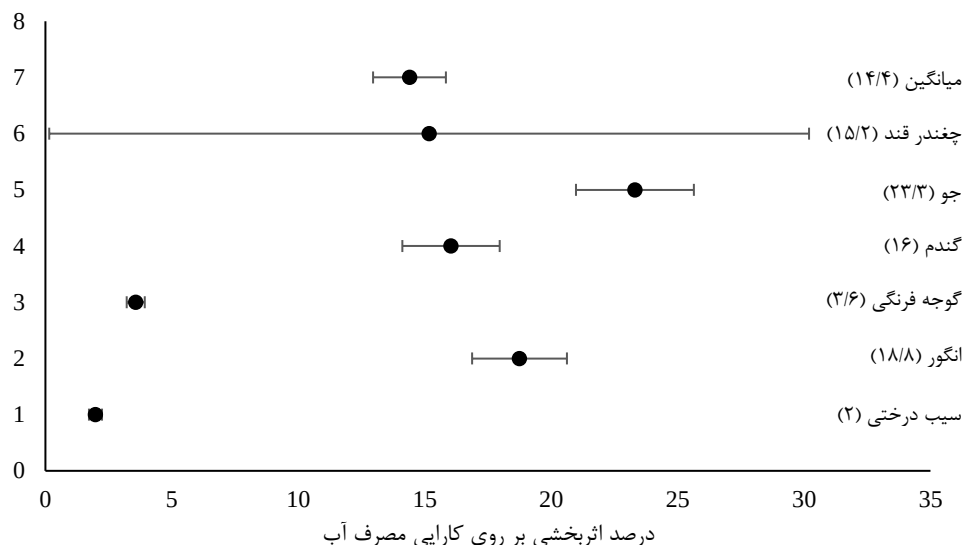
شکل ۱۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴



شکل ۱۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴



شکل ۱۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴



شکل ۱۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴

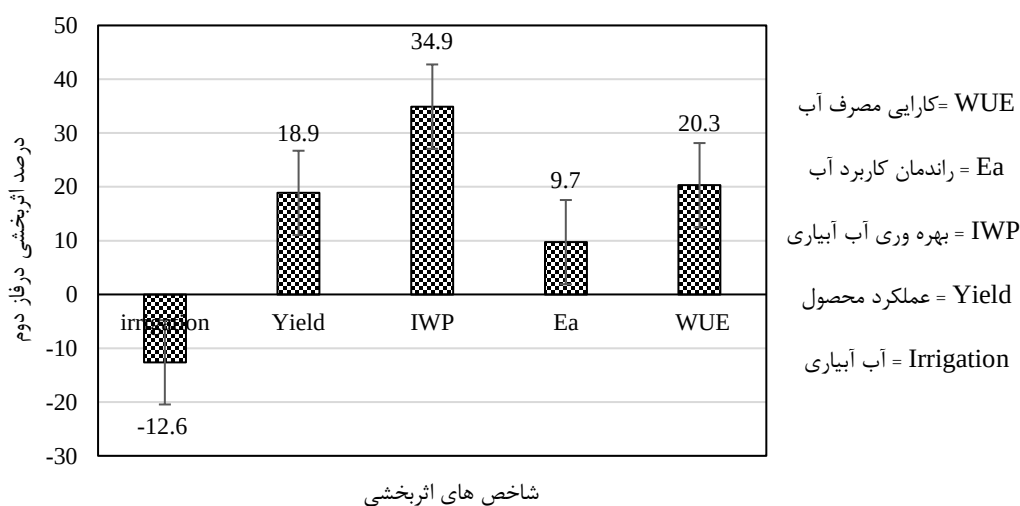
جدول ۲- میزان آب‌آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در محصولات مختلف در مزارع موردبررسی پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴

محصول	مزارع کشت سنتی			مزارعی اجرای مجموع تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی		
	بهره‌وری آبیاری (Kg/m ³)	عملکرد (ton/ha)	آب‌آبیاری (m ³ /ha)	بهره‌وری آبیاری (Kg/m ³)	عملکرد (ton/ha)	آب‌آبیاری (m ³ /ha)
سیب درختی	۳/۸	۲۴/۵	۶۴۴۹	۴/۰۲	۲۵	۶۲۲۶
انگور	۴/۲	۱۶	۳۸۱۱	۵/۷۱	۱۹	۳۳۲۵
گوجه‌فرنگی	۴/۷۴	۲۸	۵۹۰۷	۵/۴۸	۲۹	۵۲۹۱
گندم	۱/۰۹	۵/۲۴	۶۰۳۸/۵	۱/۵۲	۵/۹۸	۴۳۵۲
جو	۱/۰۱	۳/۹۵	۴۵۳۵	۱/۳۱	۴/۹۵	۴۱۷۰
چغندر قند	۳/۳۹	۶۲/۵۰	۱۸۳۵۰	۴/۶۰	۶۹/۵۰	۱۵۱۵۰

ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵

در فاز دوم پروژه در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۵، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انجام شد. در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ مزارع پایلوت آذربایجان غربی از نوع تیمار بودند و در تمام مزارع تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام شد؛ بنابراین مزرعه شاهد برای ارزیابی اقدامات انجام‌شده در استان وجود نداشت و از آنجایی‌که شرایط مقایسه از قبیل سال زراعی، منطقه و نوع محصول در مزارع تیمار و شاهد باید یکی باشد، مزارع پایلوت استان آذربایجان غربی در این سال زراعی در نظر گرفته نشده است. در این بخش از پژوهش، ارزیابی اثربخشی مجموع

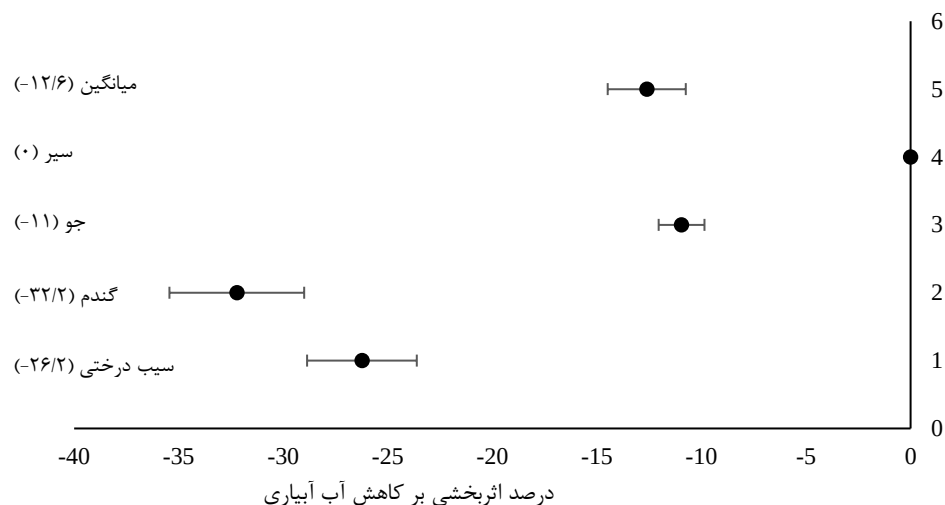
تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی تنها در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی انجام شد. نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی که بدون در نظر گرفتن نوع محصول در مجموع پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی حاصل شده، در شکل ۱۷ ارائه شده است. با توجه به شکل ۱۷ بهترین اثربخشی انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بر بهره‌وری آب‌آبیاری به‌میزان ۳۴/۹ درصد حاصل شده است. همچنین افزایش عملکرد محصولات در مجموع پایلوت‌های سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ نسبت به افزایش عملکرد مجموع پایلوت‌های سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ به‌میزان ۲۲/۷۲ درصد افزایش یافت.



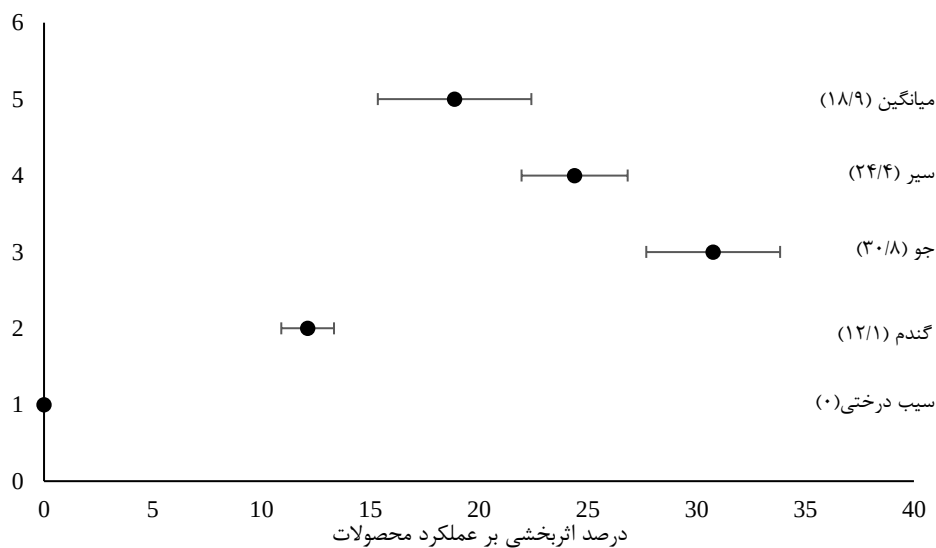
شکل ۱۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵

در شکل‌های ۱۸ تا ۲۲ نتایج ارزیابی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام‌شده در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به تفکیک محصولات ارائه شده است. با توجه به شکل ۱۸، فاز دوم پروژه در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۵ با اثربخشی ۱۲/۶ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری گندم با ۳۲/۲ درصد اثربخشی داشته است. درحالی‌که پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۱۸/۹ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی شده است، بیشترین اثربخشی بر افزایش عملکرد جو به‌میزان ۳۰/۸ درصد مشاهده شد (شکل ۱۹). بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان ۶۴/۴٪ < ۴۴٪ < ۳۲/۷٪ به‌ترتیب در گندم < جو < سیب‌درختی حاصل شد (شکل ۲۰). در صورتی‌که اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف پایین به‌دست آمد ولی کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌میزان ۲۰/۳ درصد تغییر نسبتاً خوبی را نشان داد (شکل ۲۱ و ۲۲). لازم به ذکر است، درج عدد صفر در نمودارهای ۱۸ تا ۲۲ به این معنی است که پارامتر موردنظر در مزارع تیمار و شاهد به‌میزان یکسان حاصل شده است و انجام تکنیک‌های به‌زراعی سبب تغییری در مزرعه تیمار نشده است. در جدول ۳ متوسط میزان آب‌آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب‌آبیاری به تفکیک محصول در مزارع با کشت سنتی و مرسوم و

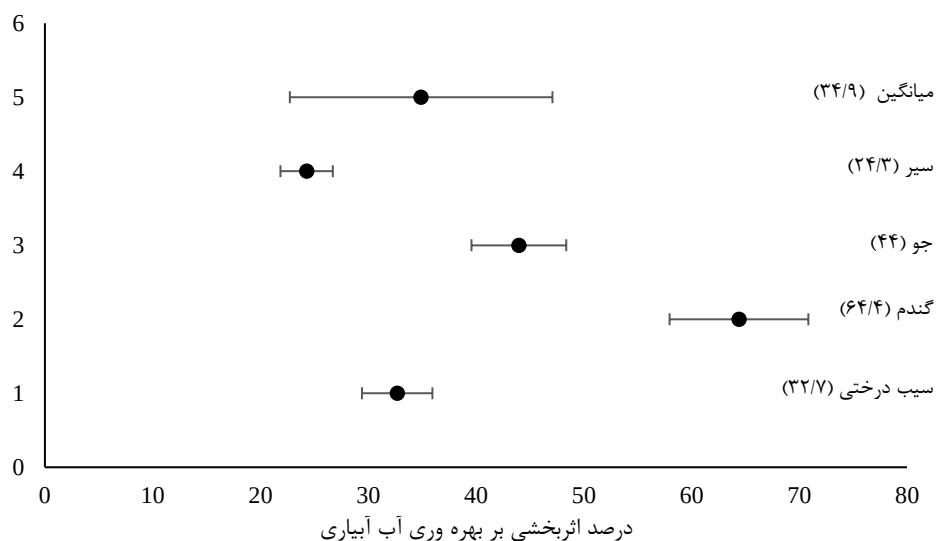
مزارعی که مجموع تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی اجرا شده است در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در فاز دوم پروژه ارائه شده است.



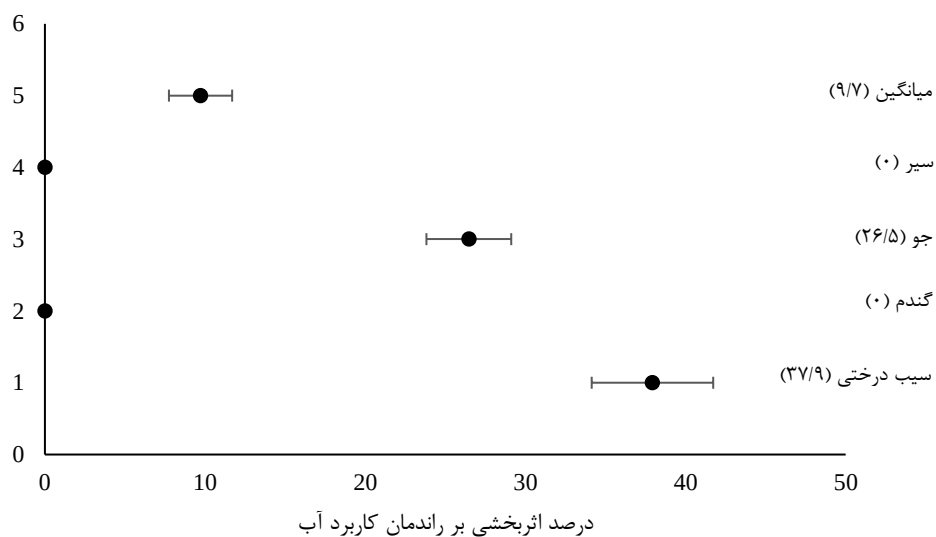
شکل ۱۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵



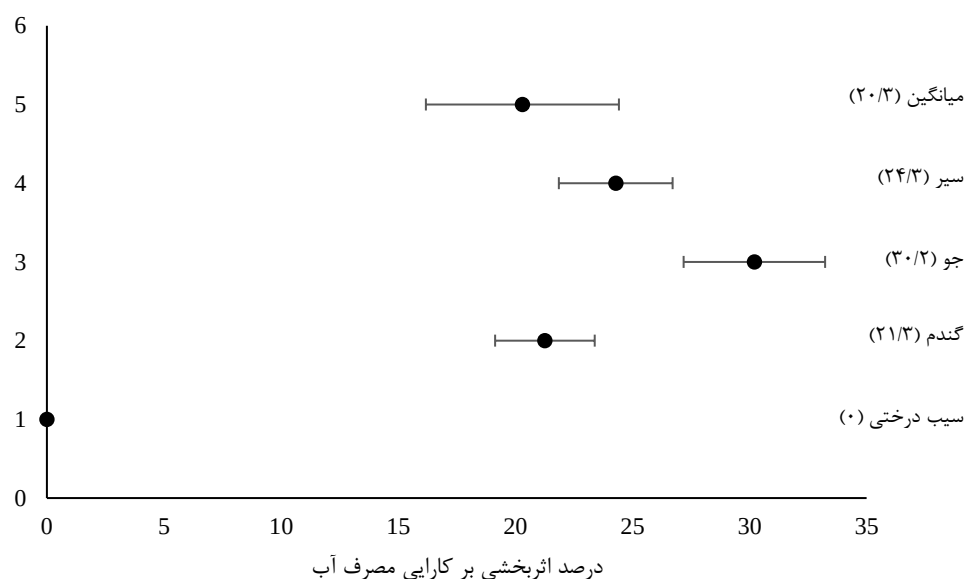
شکل ۱۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵



شکل ۲۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵



شکل ۲۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵



شکل ۲۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵

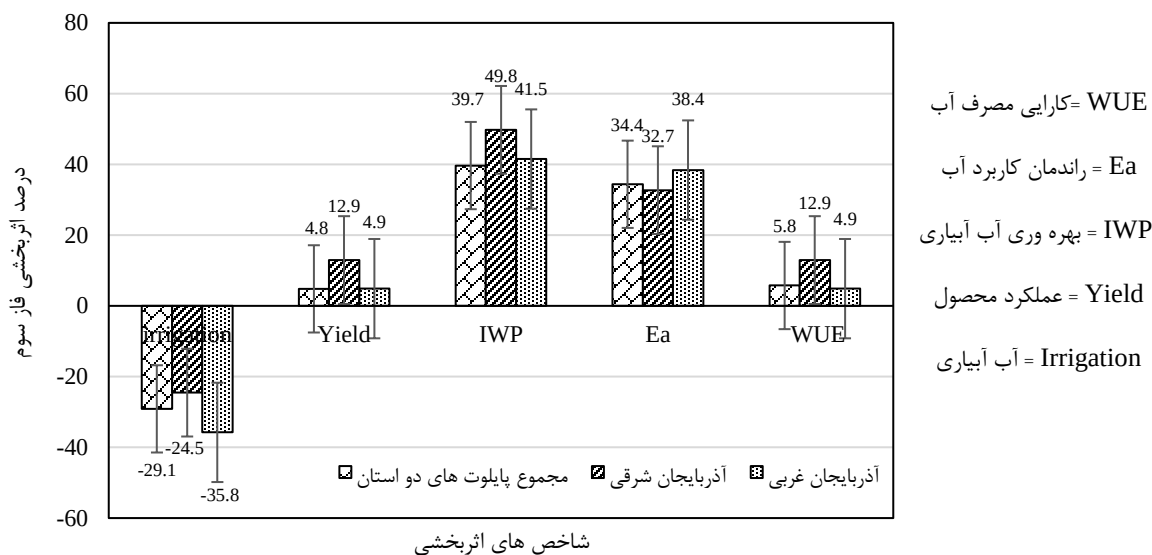
جدول ۳- متوسط میزان آب‌آبیاری، عملکرد و بهره‌وری آب در محصولات مختلف در مزارع مورد بررسی پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵

مزارعی اجرای مجموع تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی			مزارع کشت سنتی			محصول
آب‌آبیاری	عملکرد	بهره‌وری آبیاری	آب‌آبیاری	عملکرد	بهره‌وری آبیاری	
(m ³ /ha)	(ton/ha)	(Kg/m ³)	(m ³ /ha)	(ton/ha)	(Kg/m ³)	
۶۹۸۶	۱۱/۱	۱/۵۹	۱۰۳۰۷	۹/۹	۰/۹۷	گندم
۴۷۸۹	۵/۱	۱/۰۶	۵۳۷۸	۳/۹	۰/۷۳	جو
۷۳۳۳/۳	۲۰/۹	۲/۹	۷۳۳۳/۳	۱۶/۳	۲/۲۳	سیر

ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶

در فاز سوم پروژه در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انجام شد. در شکل ۲۳ نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در تمام پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان بدون تفکیک نوع محصول ارائه شده است. با توجه به شکل ۲۳ بهترین اثربخشی انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مجموع پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بر بهره‌وری آب‌آبیاری به‌میزان ۴۹/۸ درصد، در مجموع پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بر راندمان کاربرد آب به‌میزان ۴۱/۵ و در مجموع پایلوت‌های دو استان بر بهره‌وری آب‌آبیاری به‌میزان ۳۹/۷ حاصل شده است. همچنین نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی

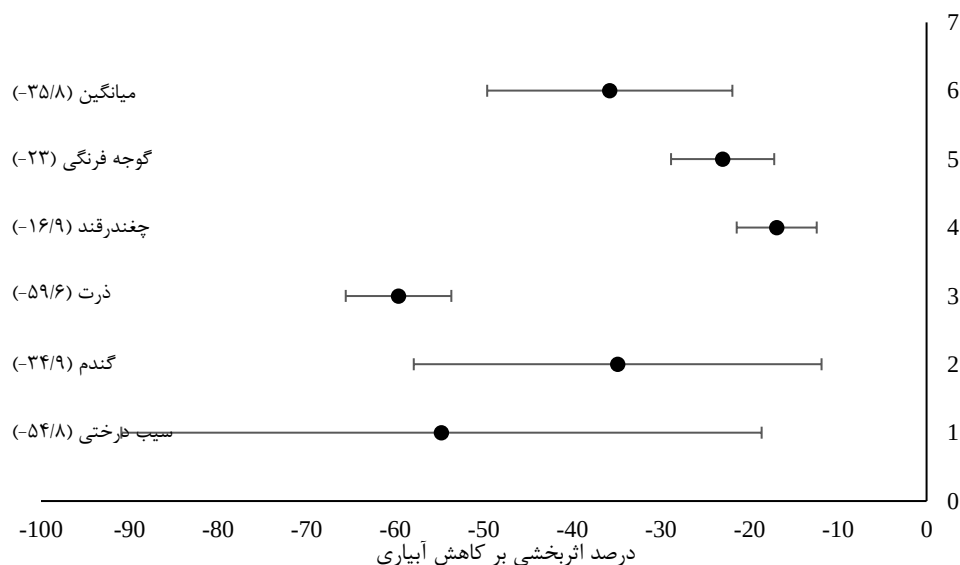
و به‌نژادی در تمام مزارع پایلوت پروژه سبب کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان به‌ترتیب ۲۴/۵، ۳۵/۵ و ۲۹/۱ درصد در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ شده است (شکل ۲۳).



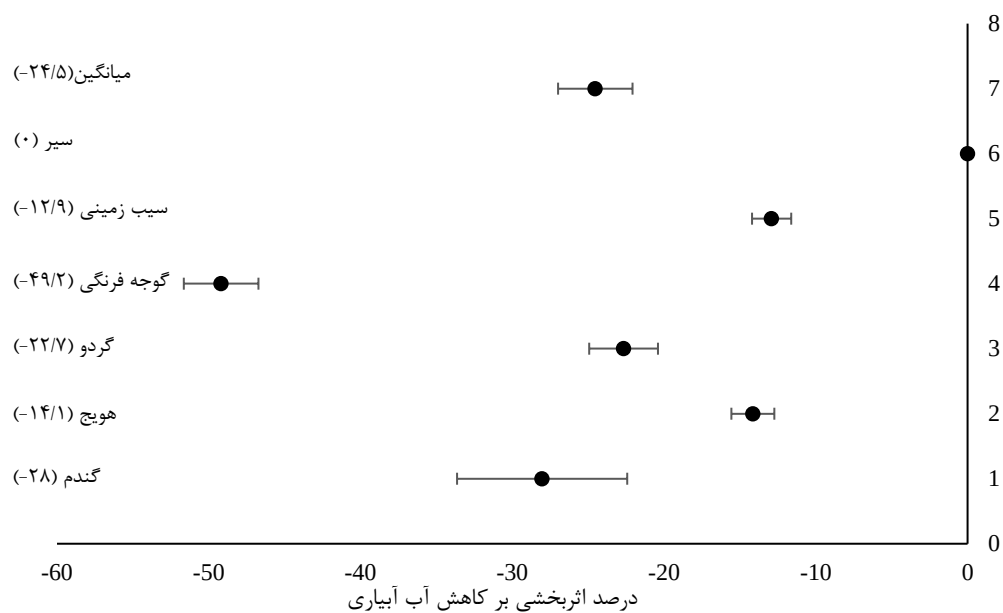
شکل ۲۳- اثر بخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶

در شکل‌های ۲۴ تا ۳۳ نتایج ارزیابی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام‌شده در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به تفکیک محصولات نشان داده شده است. با توجه به شکل ۲۴ فاز سوم پروژه در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ با اثر بخشی ۳۵/۸ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری ذرت با ۵۹/۶ درصد اثر بخشی داشته است. البته سیب درختی با ۵۴/۸ درصد اثر بخشی در رتبه ۲ در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی قرار دارد (شکل ۲۴). درحالی‌که پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۴/۹ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی شده است، بیشترین اثر بخشی در افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی به‌میزان ۲۸/۱ درصد مشاهده شد (شکل ۲۶). همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بهترین اثر بخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان ۱۰۰٪/۶۳/۸ به‌ترتیب در ذرت=سیب درختی < گوجه-فرنگی حاصل شد (شکل ۲۸). در سال سوم اثر بخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۳۸/۴ درصد افزایش به‌دست آمد که بیشترین مقدار در ذرت مشاهده شد ولی کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌میزان ۴/۹ درصد نسبتاً تغییر چندانی نداشت (شکل ۳۰ و ۳۲). با توجه به شکل ۲۵ فاز سوم پروژه در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ با اثر بخشی ۲۴/۵ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری گوجه‌فرنگی با ۴۹/۲ درصد اثر بخشی داشته است. البته گندم با ۲۸ درصد اثر بخشی در رتبه ۲ در استان قرار دارد

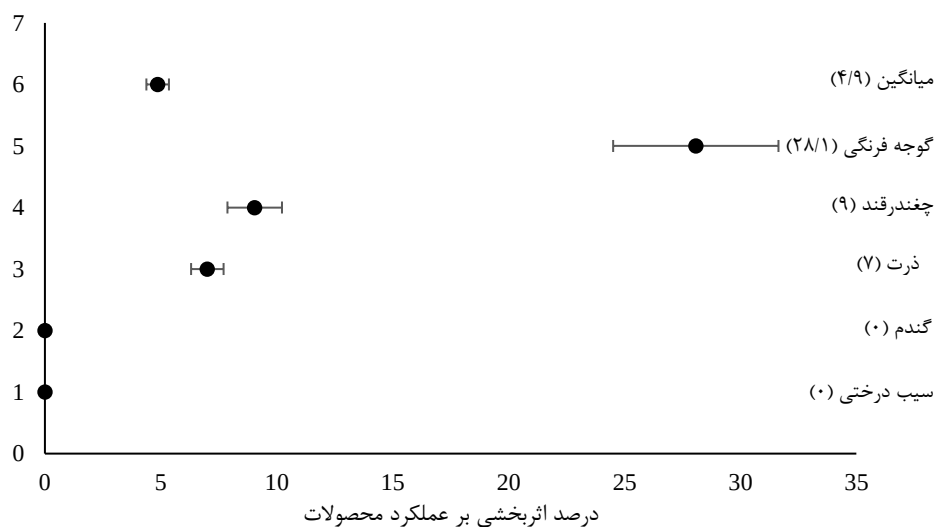
(شکل ۲۵). درحالی که پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۱۲/۹ درصد در تمام پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد گردو به‌میزان ۳۷ درصد مشاهده شد (شکل ۲۷). همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $100\% > 77/3\% > 47\%$ به‌ترتیب در گوجه‌فرنگی <گردو > گندم حاصل شد (شکل ۲۹). در سال سوم اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۳۲/۷ درصد افزایش نسبت به مزارع شاهد به‌دست آمد که بیشترین مقدار در گوجه‌فرنگی مشاهده شد و کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌میزان ۱۲/۹ درصد اثربخشی مشاهده شد (شکل ۳۱ و ۳۳). در شکل‌های ۲۴ تا ۳۳، عدد صفر به این معنی است که مقدار پارامتر موردنظر در مزارع تیمار و شاهد تفاوت نداشته است.



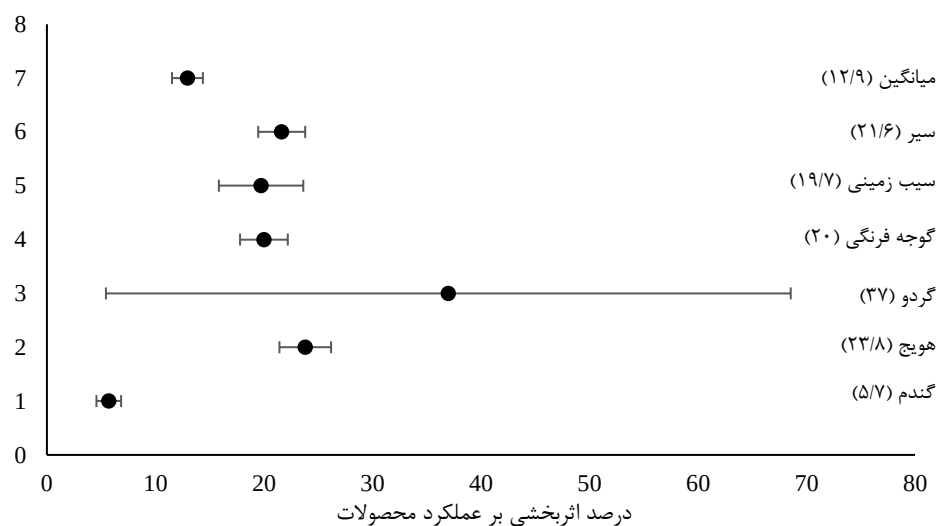
شکل ۲۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



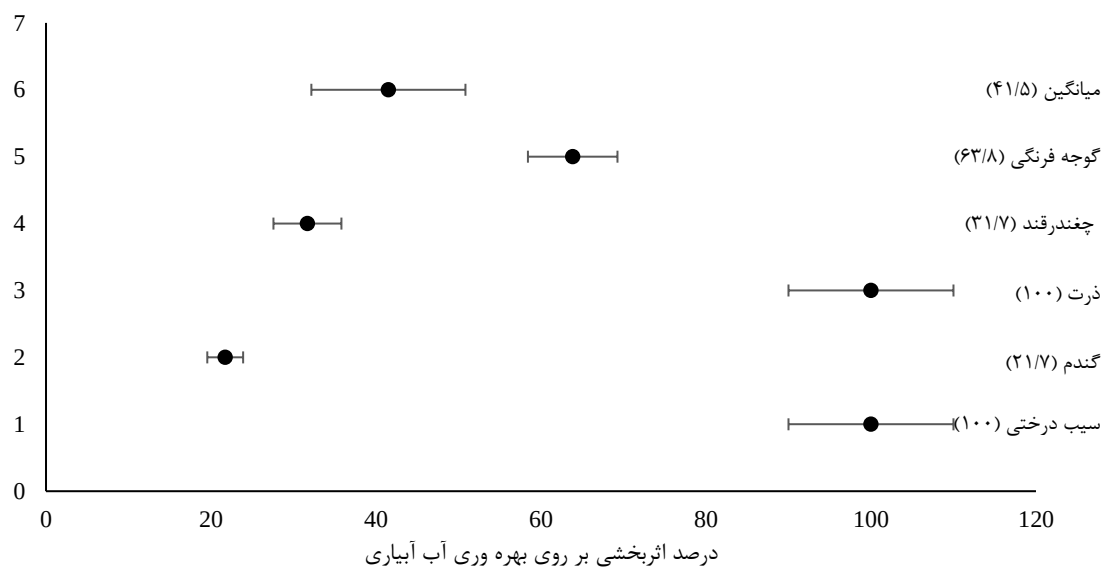
شکل ۲۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



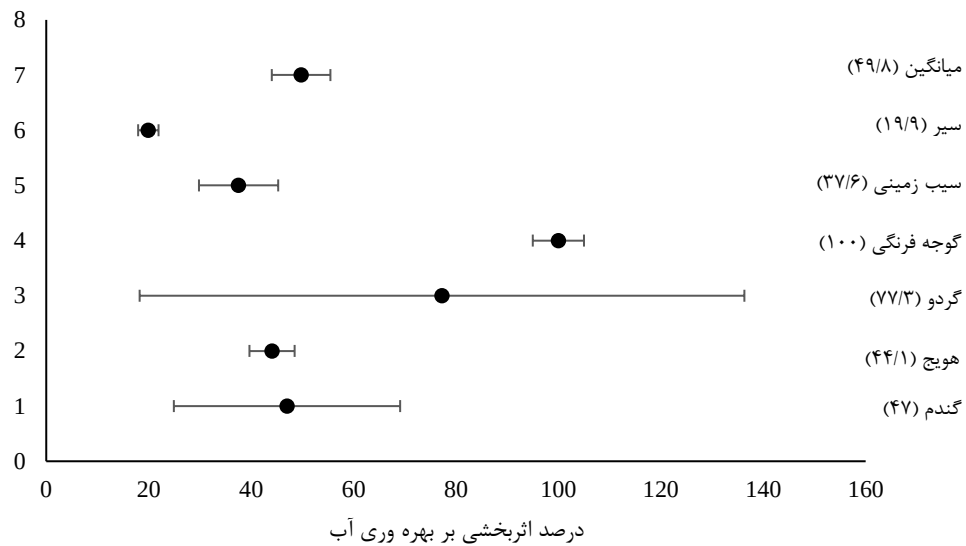
شکل ۲۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



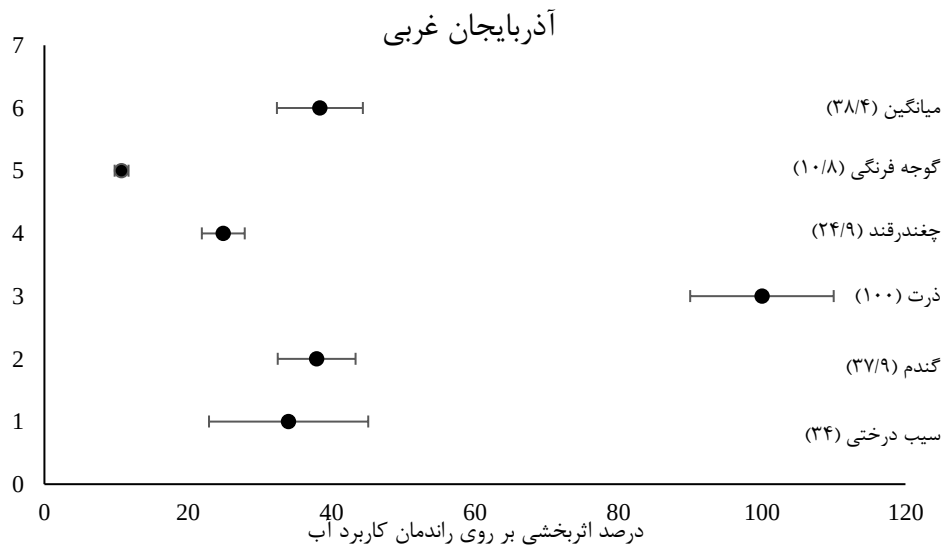
شکل ۲۷- اثر بخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



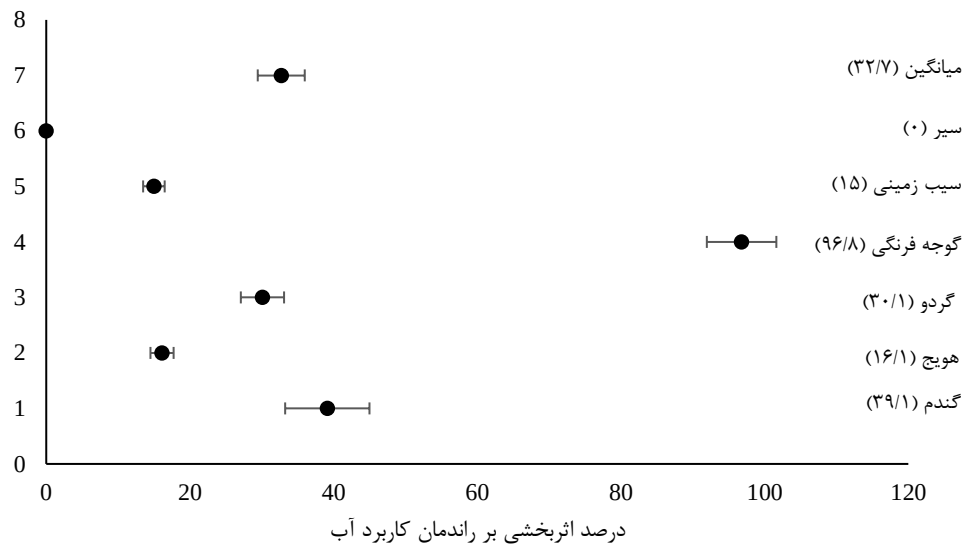
شکل ۲۸- اثر بخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



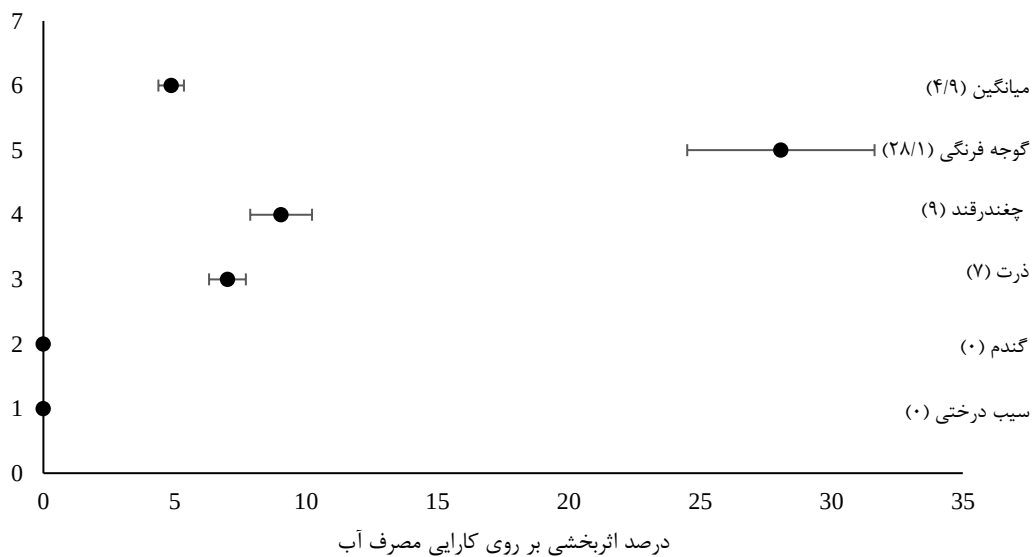
شکل ۲۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



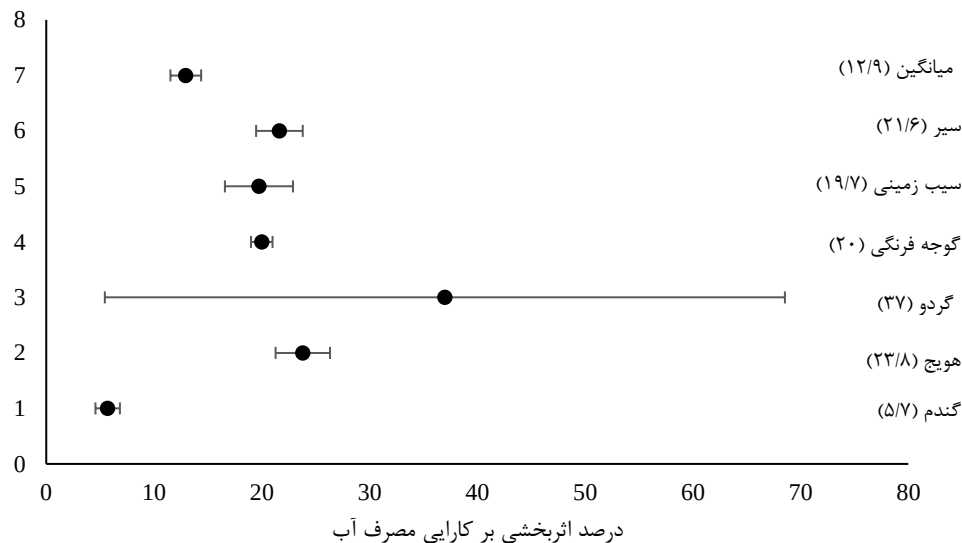
شکل ۳۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



شکل ۳۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



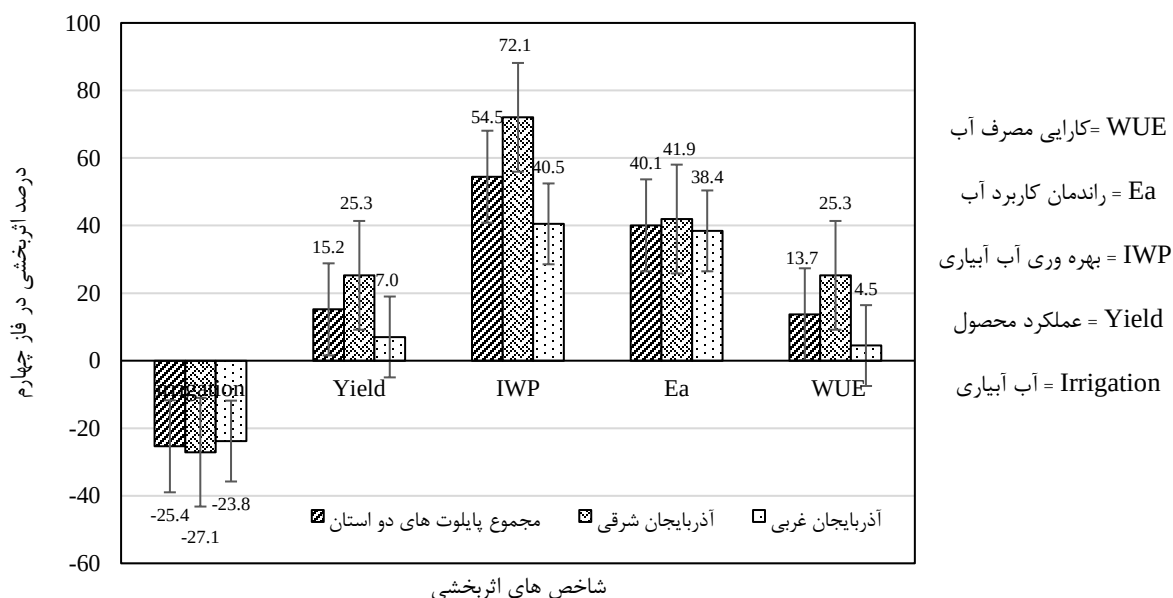
شکل ۳۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶



شکل ۳۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵

ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷

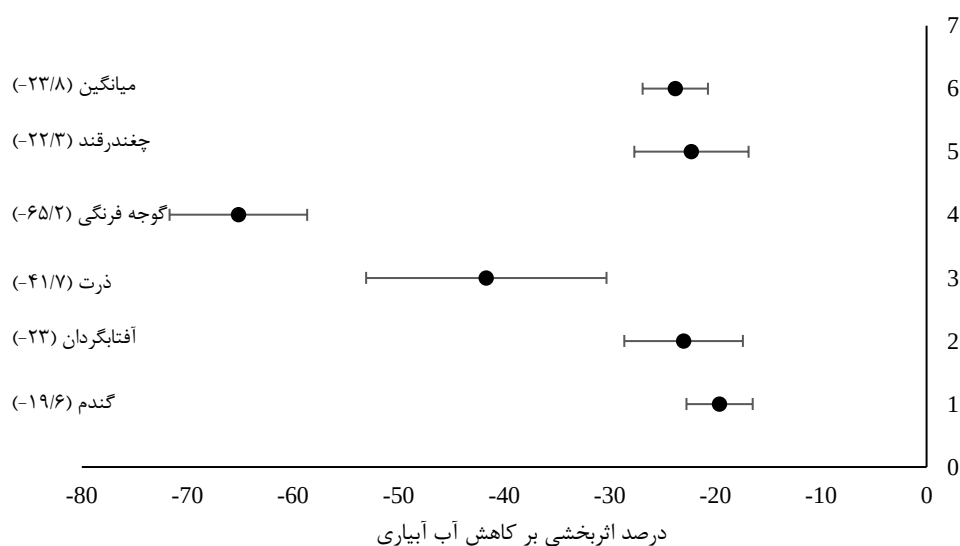
در فاز چهارم پروژه در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۷، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انجام شد. در شکل ۳۴ نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان بدون در نظر گرفتن تفکیک محصولات ارائه شده است. در فاز چهارم پروژه متأسفانه به دلیل شرایط اقلیمی سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷، بسیاری از مزارع عملکرد بسیار ناچیز و حتی صفر داشتند. این مسئله موجب گردید که تعداد زیادی از مزارع پایلوت پروژه در این سال قابل ارزیابی نباشد. از این‌رو، این مزارع ارزیابی‌های روش فراتحلیلی (متاآنالیز) وارد نشده است. با توجه به شکل ۳۴ بهترین اثربخشی انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر بهره‌وری آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌میزان ۷۲/۱ درصد، در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌میزان ۴۰/۵ درصد و در مجموع پایلوت‌های دو استان به‌میزان ۵۴/۵ درصد حاصل شده است. همچنین نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در محصولات مختلف سبب کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان به‌ترتیب ۲۳/۸، ۲۷/۱ و ۲۵/۴ درصد شده است (شکل ۳۴). در حالی که افزایش عملکرد در تمام پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بدون در نظر گرفتن تفکیک محصولات با کمترین میزان اثربخشی ۷ درصد مشاهده شد (شکل ۳۴).



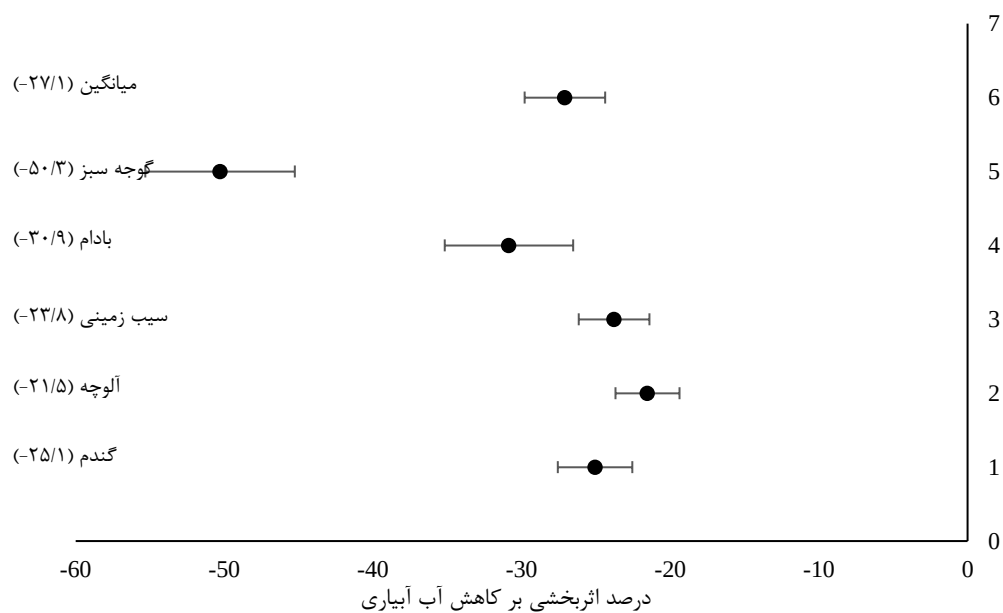
شکل ۳۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷

در شکل‌های ۳۵ تا ۴۴ نتایج ارزیابی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام‌شده در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به تفکیک محصولات نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳۵ فاز چهارم پروژه در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۷ با اثربخشی ۲۳/۸ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در تمام پایلوت‌های استان آذربایجان غربی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری گوجه‌فرنگی به‌میزان ۶۵/۲ درصد اثربخشی داشته است. درحالی‌که کمترین میزان اثربخشی ۱۹/۶ درصد در پایلوت‌های گندم استان آذربایجان غربی مشاهده شد (شکل ۳۵). همچنین پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۷/۱ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی شده است که بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد گندم به‌میزان ۸/۹ درصد کسب شده است (شکل ۳۷). همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $1.00 \leq \leq 3.36\%$ ۳۵/۵٪ به‌ترتیب در ذرت = آفتابگردان = گوجه‌فرنگی $\leq$ چغندر قند $<$ گندم حاصل شد (شکل ۳۹). در سال چهارم اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۳۸/۴ درصد افزایش به‌دست آمد که بیشترین مقدار در ذرت = آفتابگردان = گوجه‌فرنگی مشاهده شد ولی کارایی مصرف آب در مجموع پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌میزان ۴/۵ درصد در مقایسه با دیگر پارامترهای مورد ارزیابی تغییر چندانی نداشته است (شکل ۴۱ و ۴۳). با توجه به شکل ۳۶ فاز چهارم پروژه در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ با اثربخشی ۲۷/۱ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی، بیشترین سهم را در کاهش آب‌آبیاری گوجه‌سبز به‌میزان ۵۰/۳ درصد اثربخشی داشته است. در صورتی‌که بر عملکرد گوجه‌سبز در پایلوت-

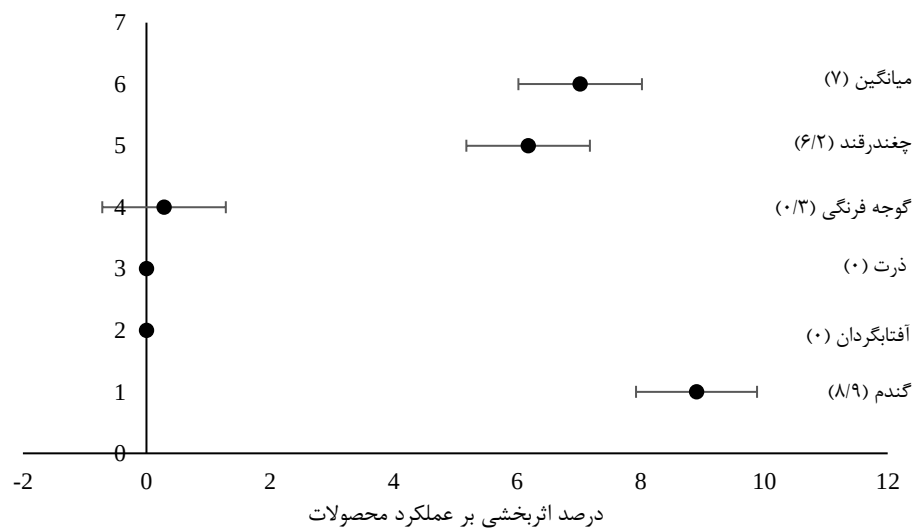
هایی که تکنیک‌های به‌زراعی انجام‌شده نسبت به مزارع شاهد که به روش مرسوم و سنتی توسط کشاورز نگهداری شده، تغییری حاصل نشد. این امر دارای این مزیت است که تکنیک‌های به‌زراعی توانسته‌اند با حفظ مقدار عملکرد محصول آب‌آبیاری را کاهش دهند و میزان تلفات را کاهش دهد (شکل ۳۶ و ۳۸). درحالی‌که پروژه با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به‌میزان ۲۵/۳ درصد در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد گندم به‌میزان ۳۲/۳ درصد مشاهده شد (شکل ۳۸). همچنین در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری محصولات به‌میزان $100\% < 76.7\% < 67\%$ به‌ترتیب در گوجه‌سبز < گندم < سیب‌زمینی حاصل شد (شکل ۴۰). در سال چهارم اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۴۱/۹ درصد افزایش نسبت به مزارع شاهد به‌دست آمد که بیشترین مقدار در گوجه‌سبز مشاهده شد و کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌میزان ۲۵/۳ درصد اثربخشی مشاهده شد (شکل ۴۲ و ۴۴).



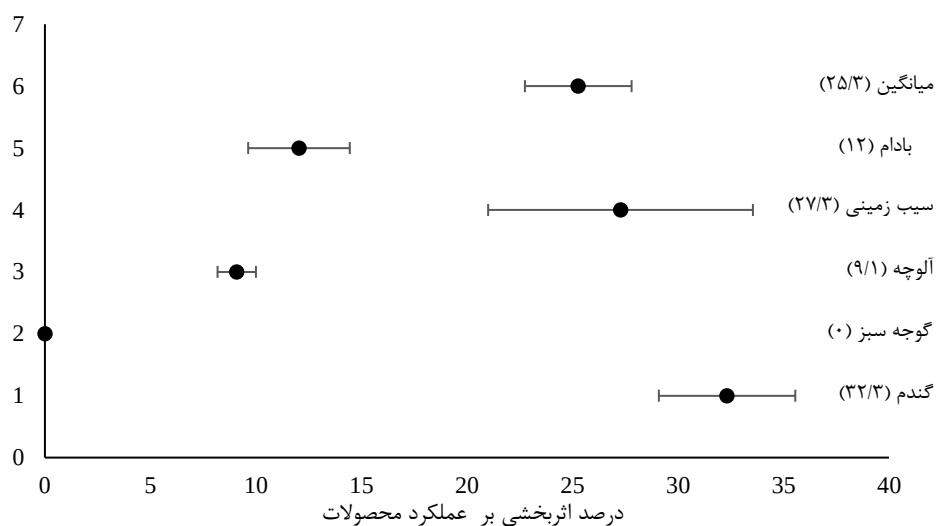
شکل ۳۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



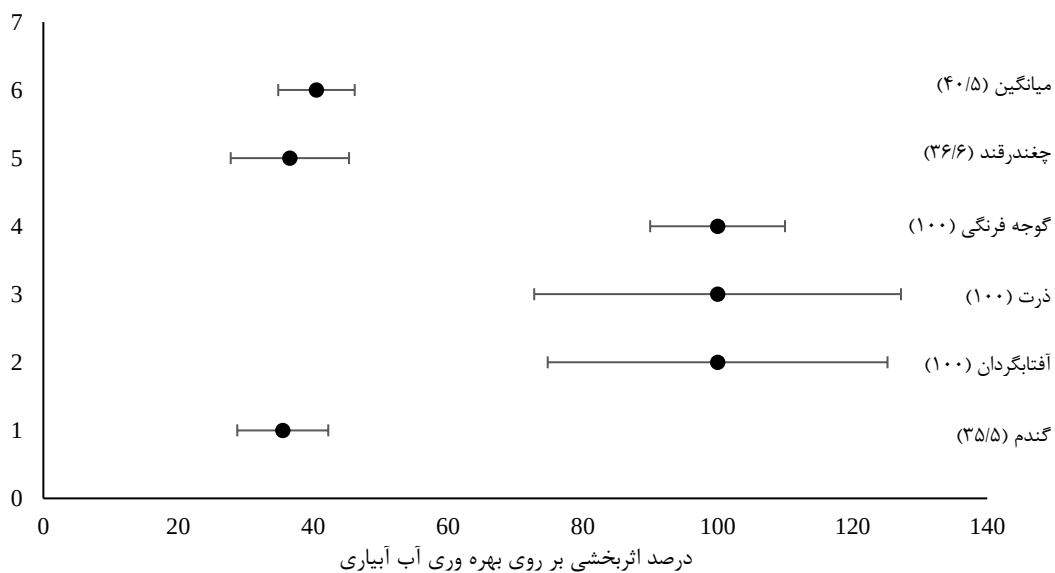
شکل ۳۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



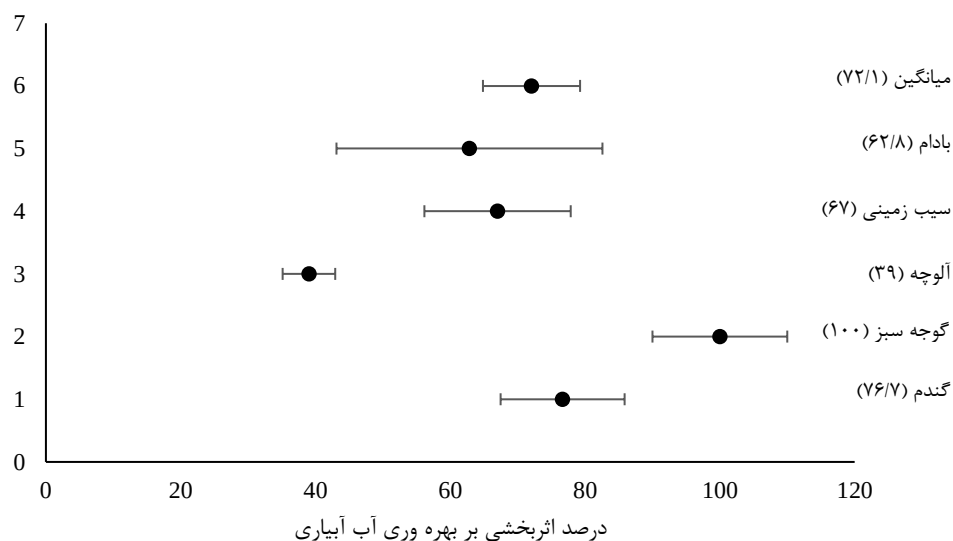
شکل ۳۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



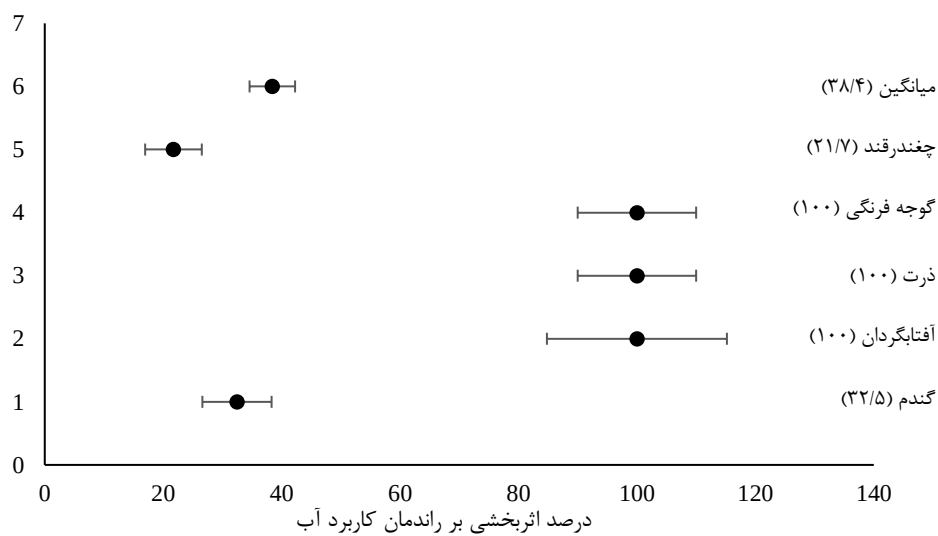
شکل ۳۸- اثر بخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



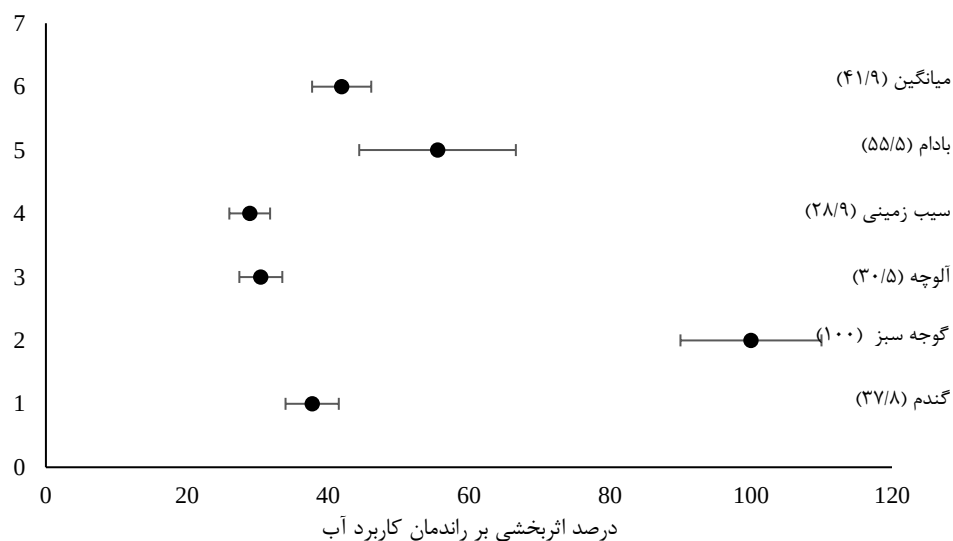
شکل ۳۹- اثر بخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



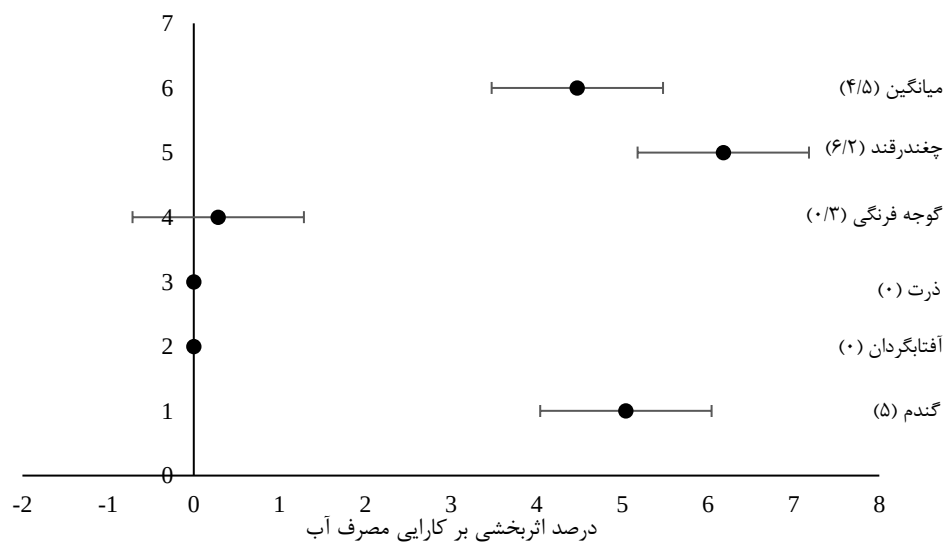
شکل ۴۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



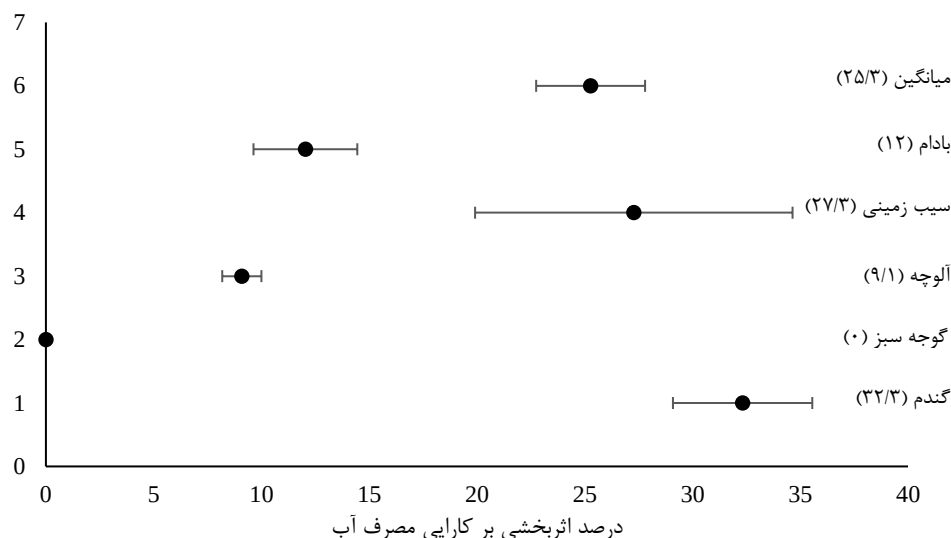
شکل ۴۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



شکل ۴۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷



شکل ۴۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷

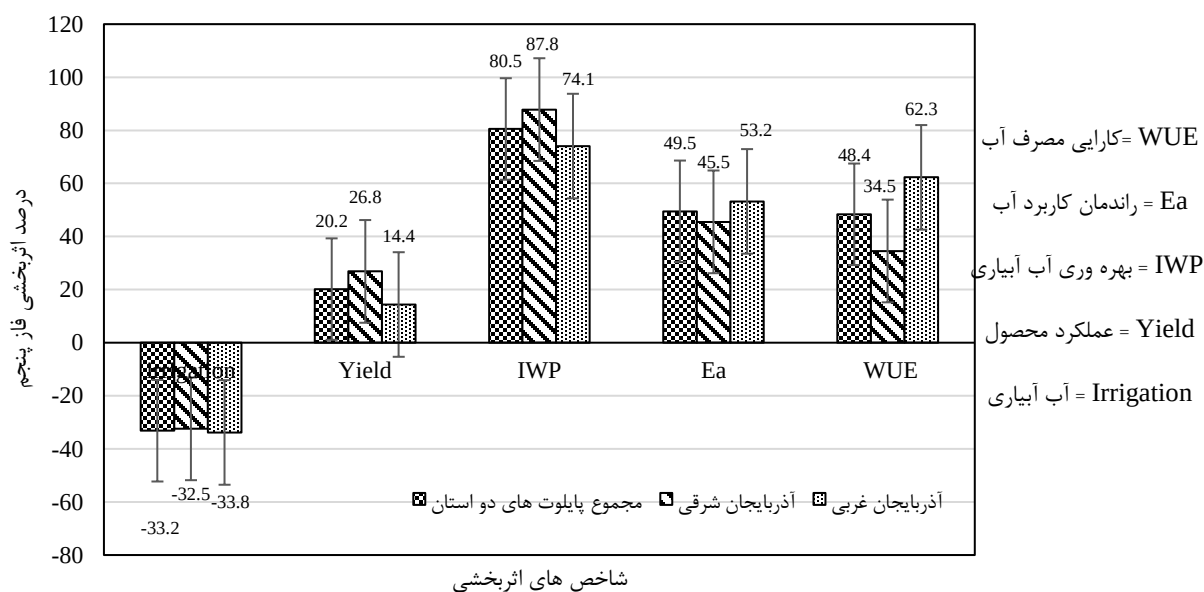


شکل ۴۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶

ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

در فاز پنجم پروژه در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸، تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی توسط تیم پایش در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی انجام شد. در شکل ۴۵ نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در تمام پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان بدون تفکیک نوع محصول ارائه شده است. در فاز پنجم تعدادی از مزارع پایلوت آذربایجان غربی به علت عدم همکاری کشاورز در پایش، قابل ارزیابی نبودند. از این‌رو، در ارزیابی به روش فراتحلیلی (متاآنالیز) وارد نشدند. با توجه به شکل ۴۵ بهترین اثربخشی انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر بهره‌وری آب‌آبیاری به‌میزان ۸۷/۸ و ۷۴/۱ درصد اثربخشی به‌ترتیب در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و استان آذربایجان غربی حاصل شده است. همچنین نتایج کلی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در تمام مزارع پایلوت پروژه سبب کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان به‌ترتیب ۳۲/۵، ۳۳/۸ و ۳۳/۲ درصد اثربخشی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ شده است (شکل ۴۵).

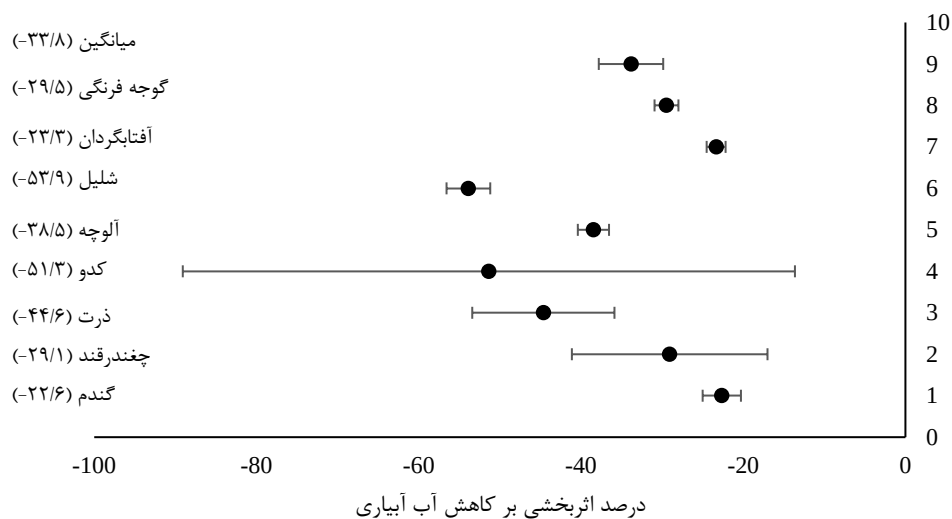
در شکل‌های ۴۶ تا ۵۵ نتایج ارزیابی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام‌شده در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت‌های دو استان در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به تفکیک محصولات نشان داده شده است. با توجه به شکل ۴۶ در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸، فاز پنجم پروژه با اثربخشی ۳۳/۸ درصد بر کاهش آب‌آبیاری در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی، بیشترین و کمترین اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری را به‌میزان ۵۳/۹ و ۲۲/۶ درصد به‌ترتیب در محصول شلیل و گندم داشته است (شکل ۴۶).



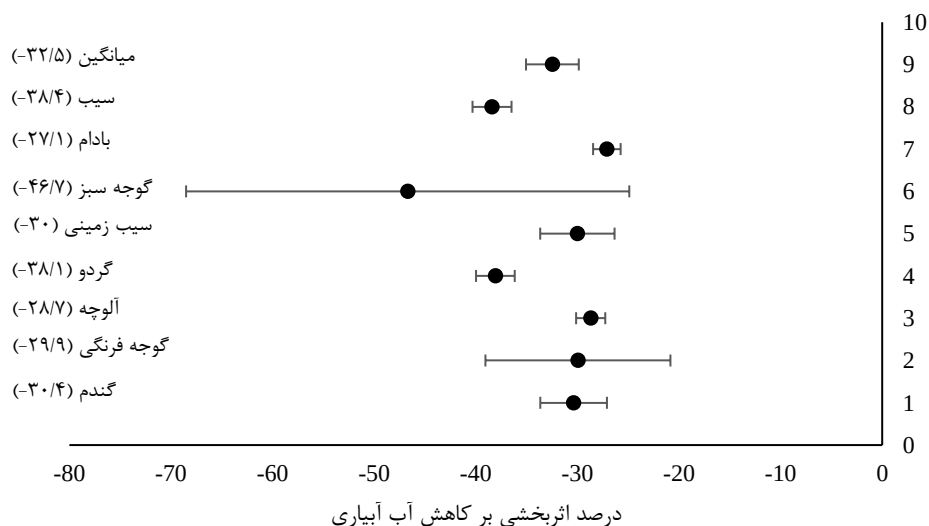
شکل ۴۵- اثربخشی کاربرد تکنیک های به زراعی و به نژادی در پایلوت های استان های آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی و مجموع پایلوت های دو استان در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷

پروژه با انجام تکنیک های به زراعی و به نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به میزان ۱۴/۴ درصد در پایلوت های استان آذربایجان غربی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد ذرت به میزان ۳۷/۲ درصد مشاهده شد. در حالی که در محصولات شلیل، آلوچه و کدو تغییر عملکردی در مزارع پایلوت تکنیک های به زراعی نسبت به مزارع شاهد به وجود نداشت (شکل ۴۸). همچنین در پایلوت های استان آذربایجان غربی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره وری آب آبیاری محصولات به میزان ۱۰۰٪ در گوجه فرنگی، آفتابگردان، شلیل، آلو، کدو و ذرت حاصل شد (شکل ۵۰). در سال پنجم اثربخشی بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۵۳/۲ درصد افزایش نسبت به مزارع شاهد به دست آمد که بیشترین مقدار در گوجه فرنگی=آفتابگردان=شلیل=آلوچه=کدو مشاهده شد ولی کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت های استان آذربایجان غربی به میزان ۶۲/۳ درصد افزایش نسبت به مزارع شاهد داشته است که پیشرفت بسیار خوبی در کارایی مصرف آب نسبت به فاز چهارم حاصل شده است. همچنین بهترین اثربخشی بر کارایی مصرف آب در فاز پنجم به صورت شلیل=ذرت<کدو<گوجه فرنگی مشاهده شد (شکل ۵۲ و ۵۴). با توجه به شکل ۴۷، فاز پنجم پروژه در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ با اثربخشی ۳۲/۵ درصد بر کاهش آب آبیاری در پایلوت های استان آذربایجان شرقی، بیشترین سهم را در کاهش آب آبیاری گوجه سبز با ۴۶/۷ درصد اثربخشی داشته است. البته سیب درختی با ۳۸/۴ درصد اثربخشی در رتبه ۲ در استان قرار دارد (شکل ۴۷). در حالی که پروژه با انجام تکنیک های به زراعی و به نژادی موفق به افزایش عملکرد محصولات کشاورزی به میزان ۲۶/۸ درصد در پایلوت های استان آذربایجان شرقی شده است، بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد بادام به میزان ۱۰۰ درصد مشاهده شد (شکل ۴۹). همچنین در پایلوت های استان آذربایجان شرقی بهترین اثربخشی بر افزایش بهره وری آب آبیاری محصولات به میزان ۱۰۰٪<۹۳/۴٪<۸۷/۷٪ به ترتیب در گردو=بادام<گوجه سبز<سیب زمینی حاصل شد (شکل ۵۱). در سال پنجم اثربخشی

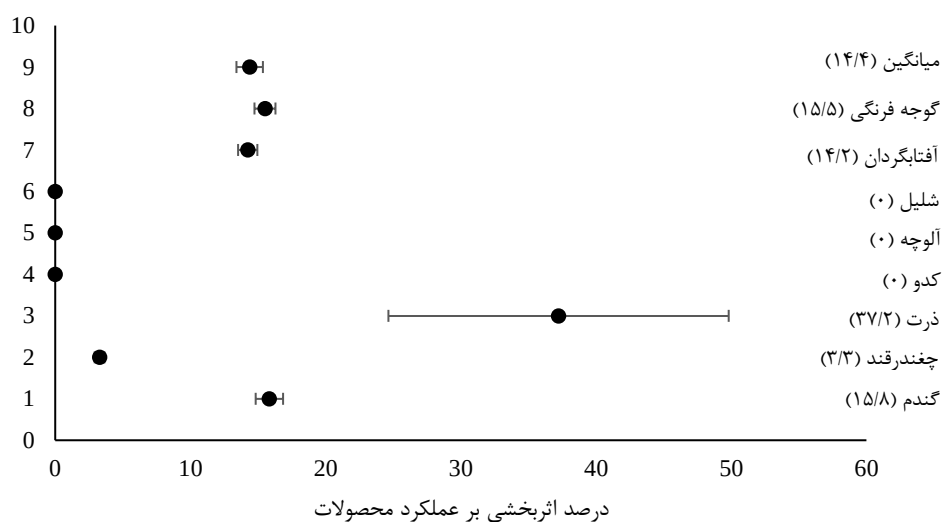
بر راندمان کاربرد آب محصولات مختلف با ۴۵/۵ درصد افزایش نسبت به مزارع شاهد به دست آمد که بیشترین مقدار در گوجه سبز مشاهده شد و کارایی مصرف آب در مجموع در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به میزان ۳۴/۵ درصد اثربخشی مشاهده شد (شکل ۵۳ و ۵۵).



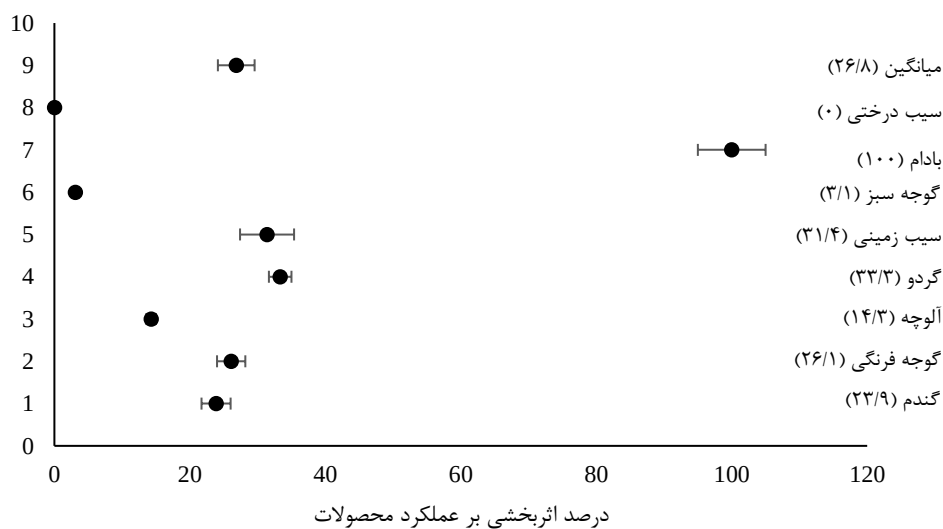
شکل ۴۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



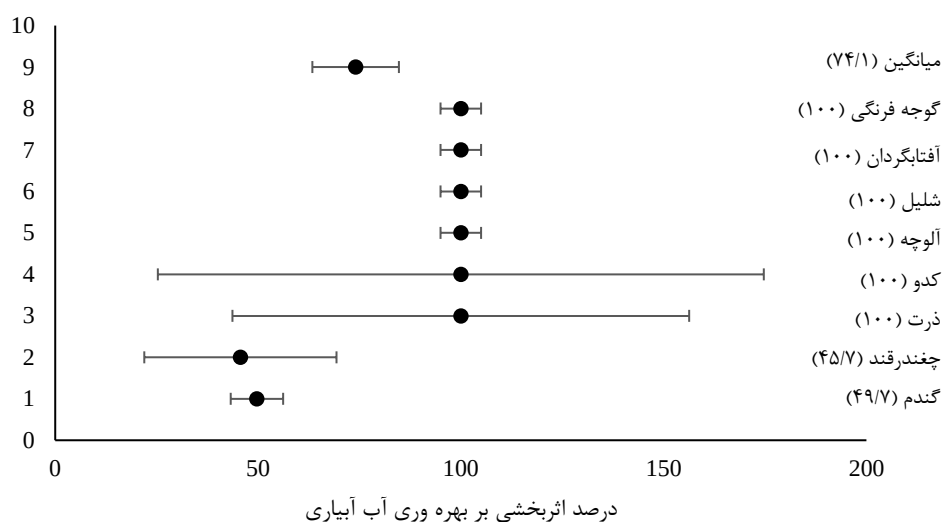
شکل ۴۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



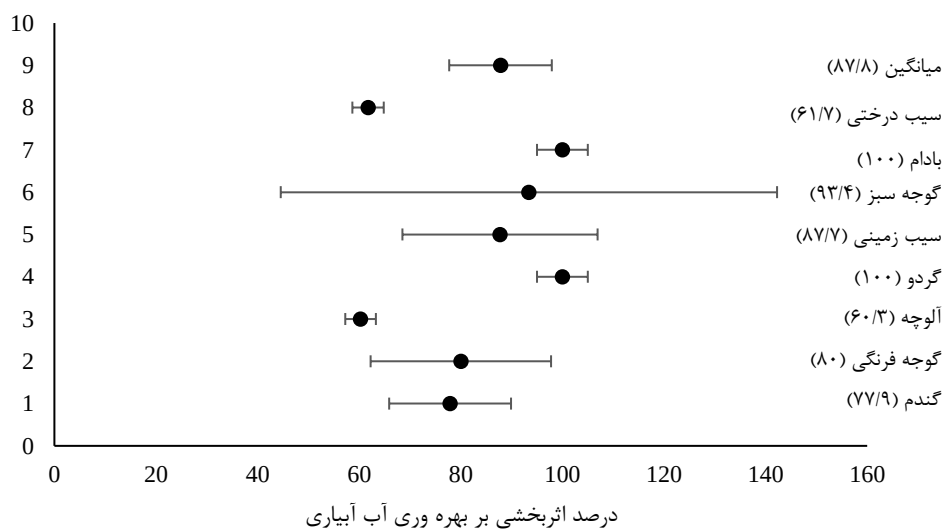
شکل ۴۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



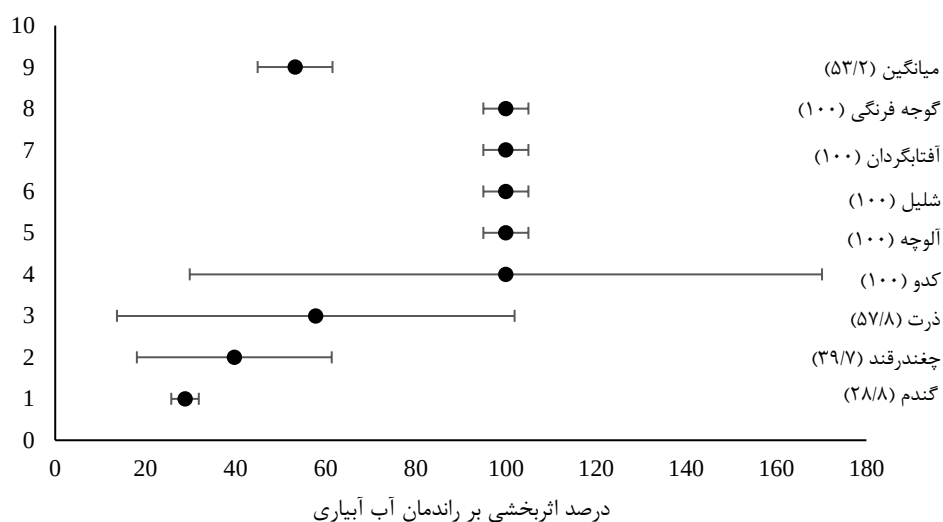
شکل ۴۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



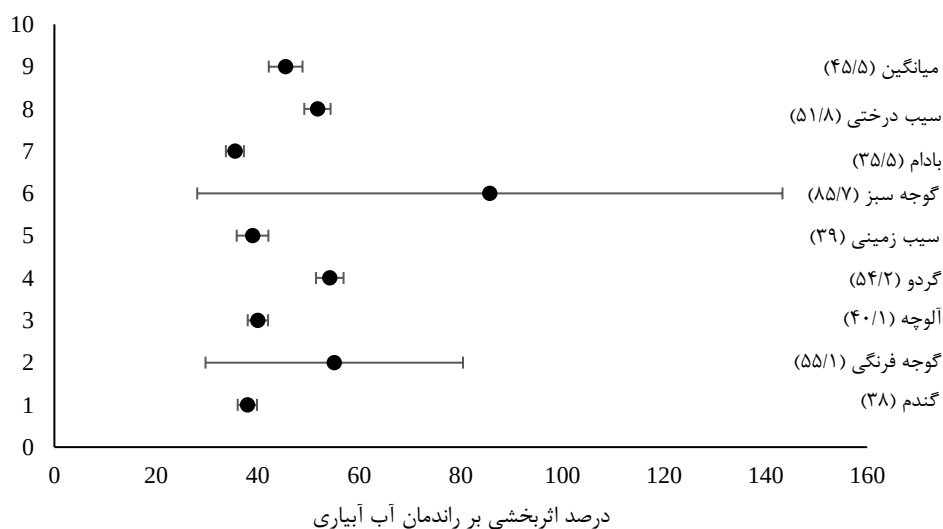
شکل ۵۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



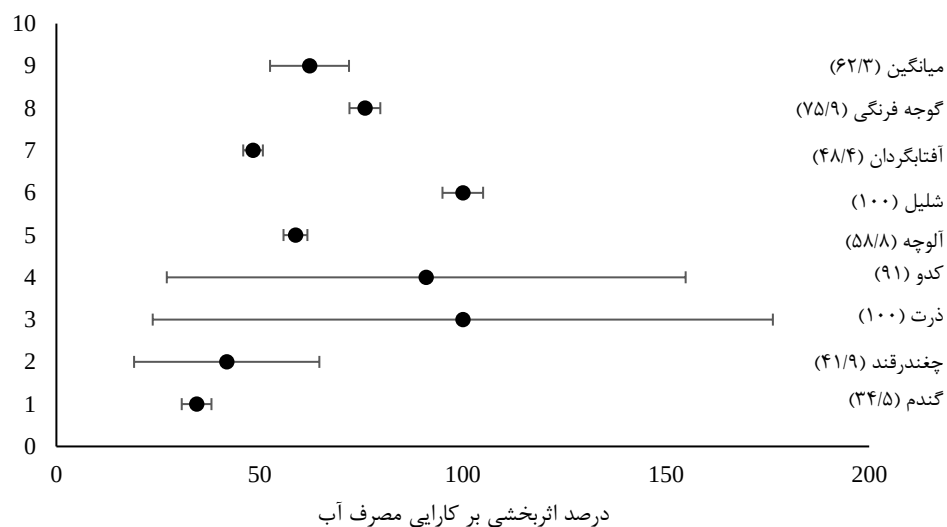
شکل ۵۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



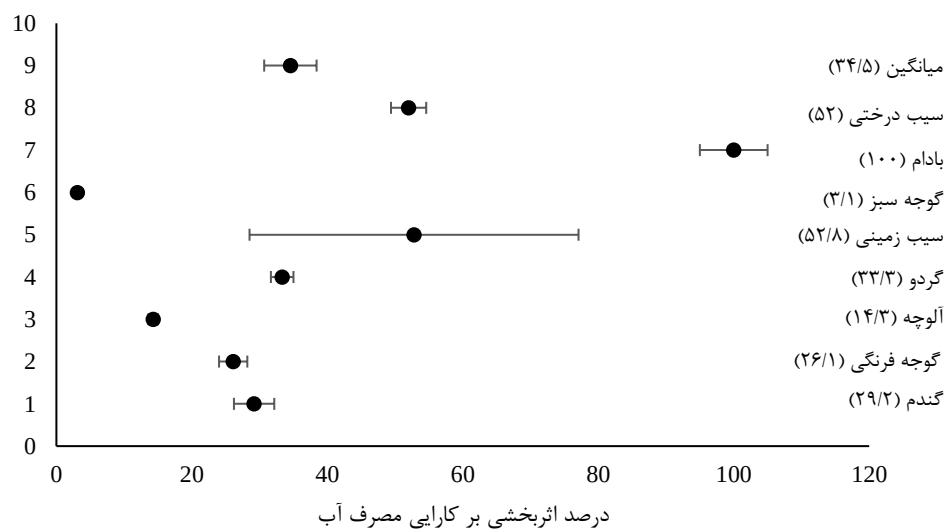
شکل ۵۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



شکل ۵۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



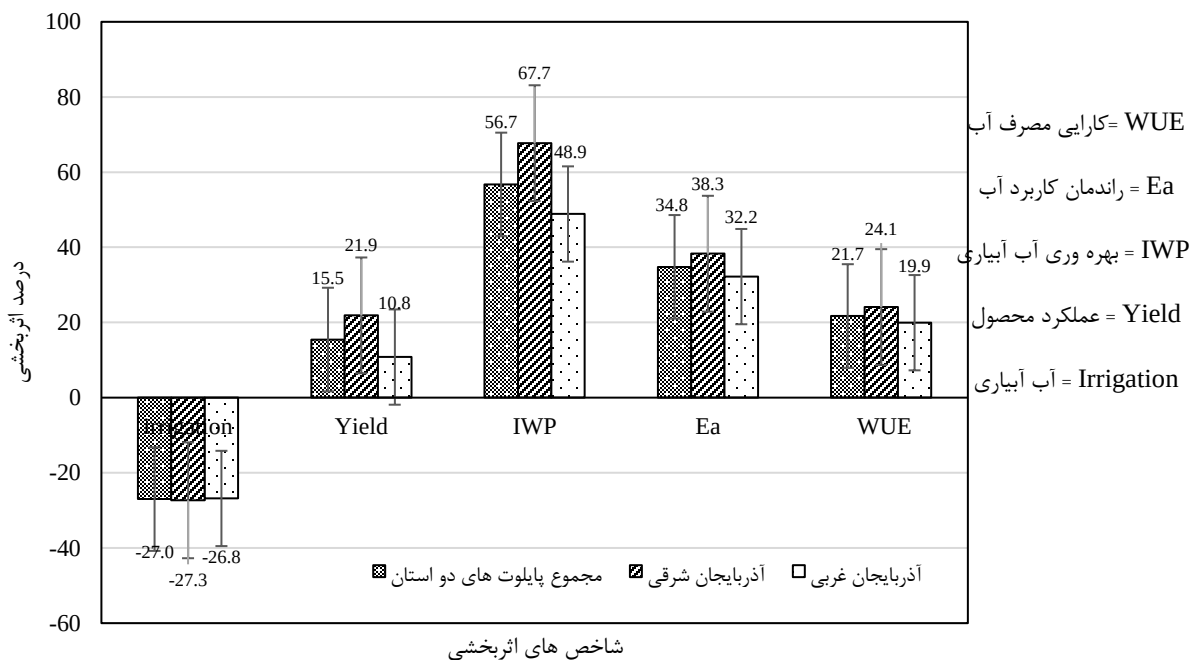
شکل ۵۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸



شکل ۵۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸

ارزیابی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مجموع پنج سال زراعی

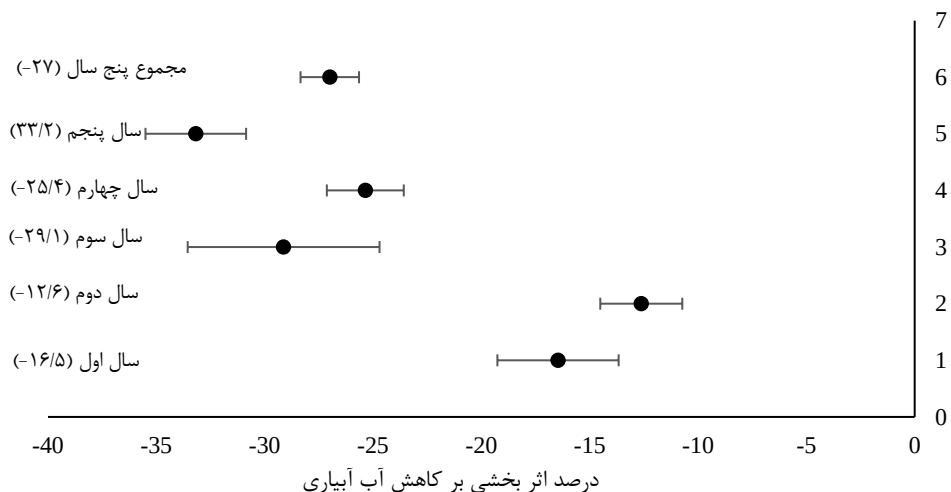
نتایج ارزیابی به روش متاآنالیز نشان داده است که تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام‌شده توسط دفتر حفاظت از تالاب‌های ایران در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴، ۱۳۹۴-۱۳۹۵، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۶/۸، ۱۰/۸، ۴۸/۹، ۳۲/۲ و ۱۹/۹ درصد اثربخش بوده است. همچنین تکنیک‌های اجراشده در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۷/۳، ۲۱/۹، ۶۷/۷، ۳۸/۳ و ۲۴/۱ درصد اثربخش بوده است؛ اما در مجموع پایلوت‌های دو استان در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۷، ۱۵/۵، ۵۶/۷، ۳۴/۸ و ۲۱/۷ مؤثر بوده است (شکل ۵۶).



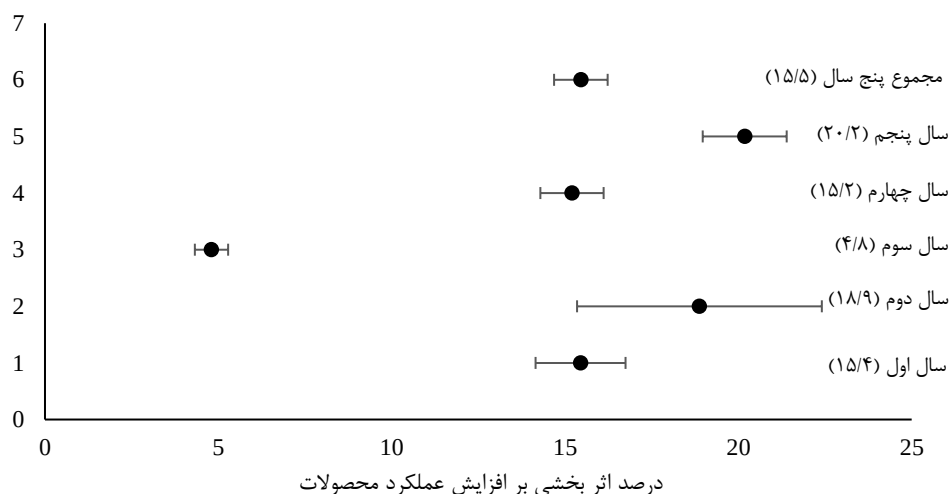
شکل ۵۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

نتایج ارزیابی اثربخشی اجرای تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد محصول، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب در سال-های اجرایی مختلف و مجموع سال‌ها در شکل‌های ۵۷ تا ۶۱ آورده شده است. با توجه به شکل ۵۷ تا ۶۱ در تمام پارامترهای مورد ارزیابی در روش فراتحلیلی (متاآنالیز) با گذشت زمان درصد اثربخشی تقریباً روند صعودی داشتند. با فرض یکسان بودن

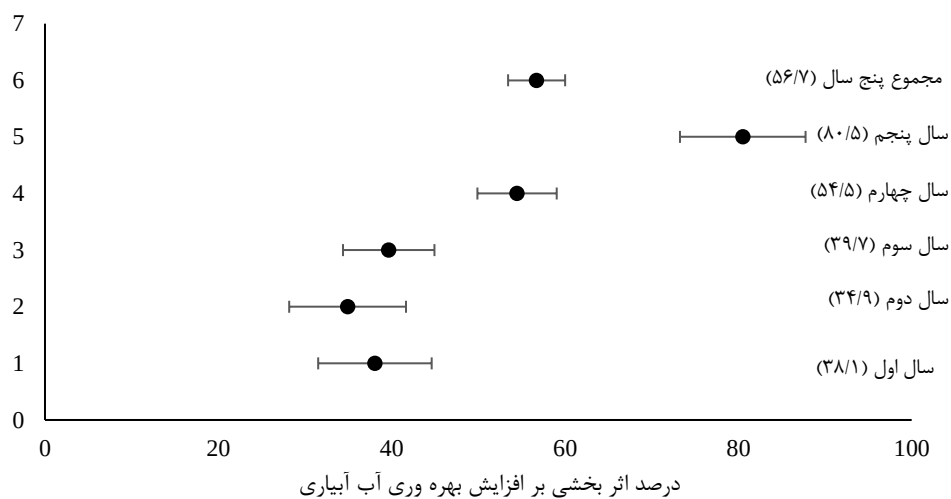
کشاورزان، این روند صعودی به افزایش توانمندی شرکت‌های فنی و مهندسی در اجرای تکنیک‌ها و همچنین اجرای بیشتر تکنیک‌های مرتبط با کاهش آب‌آبیاری ارتباط دارد.



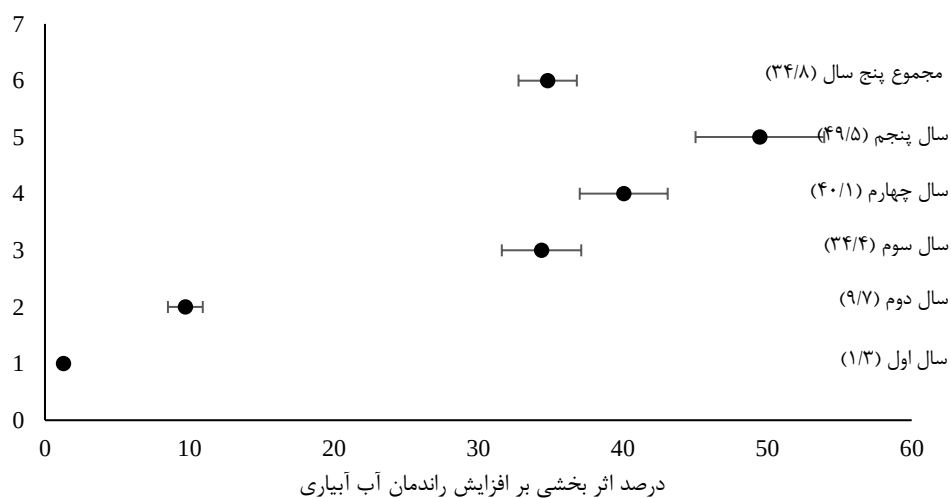
شکل ۵۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آب‌آبیاری در مجموع پایلوتهای دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



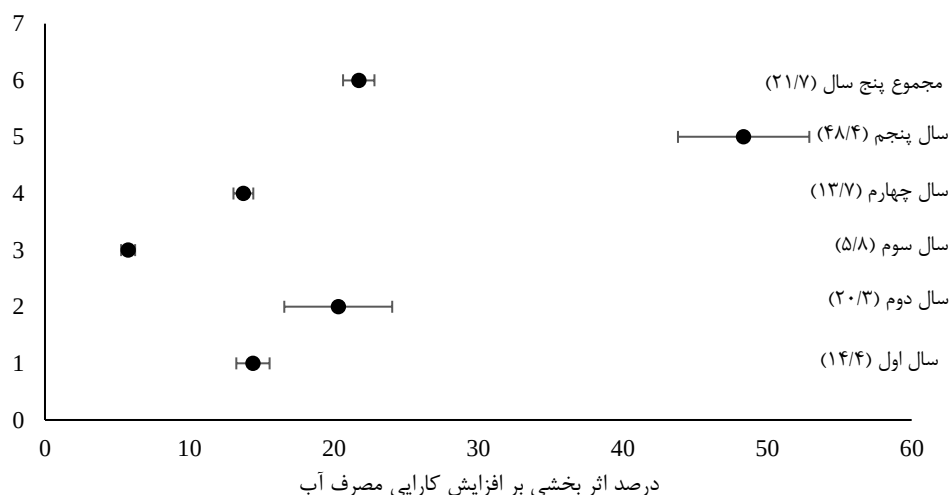
شکل ۵۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد در مجموع پایلوتهای دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۵۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



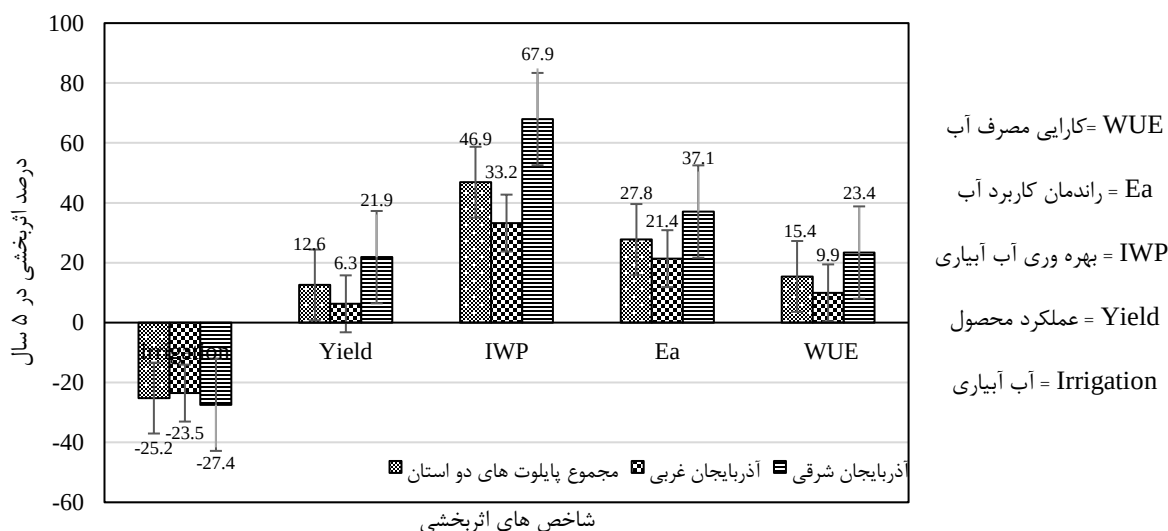
شکل ۶۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



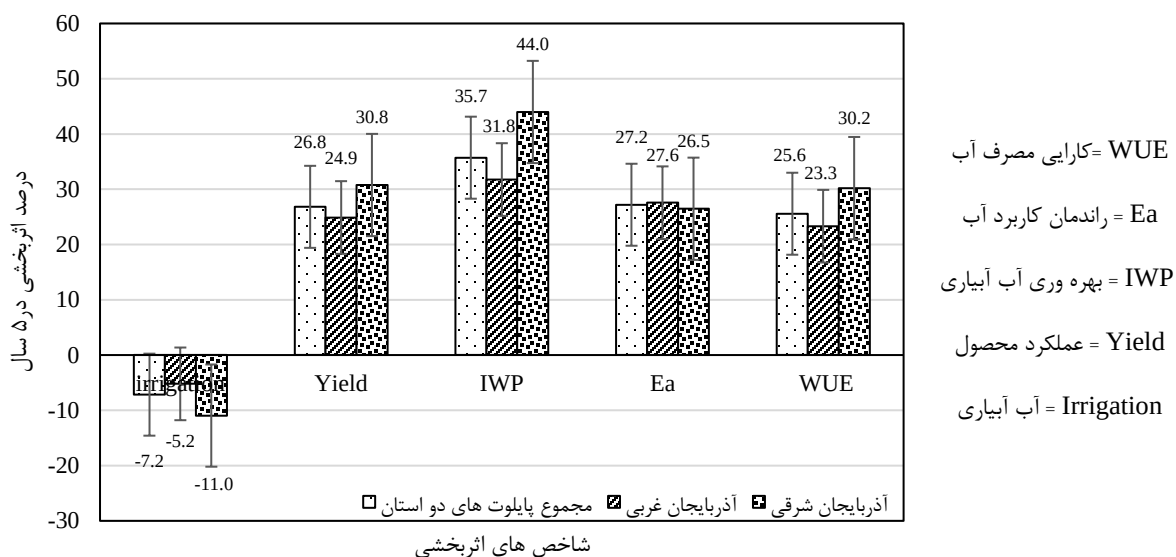
شکل ۶۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کارایی مصرف آب در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

روش فرا تحلیلی (متاآنالیز) در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان به تفکیک محصولات در سال‌های زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴، ۱۳۹۴-۱۳۹۵، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۷-۱۳۹۸ نیز انجام شده است. همچنین اثر متقابل تکنیک‌ها با یکدیگر نیز مورد بررسی قرار گرفت؛ اما به‌طور مقایسه‌ای نتایج پنج محصول گندم، جو، سیب درختی، گوجه‌فرنگی و آلوچه به دلیل مشترک بودن در پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و شرقی به‌صورت مقایسه‌ای در نمودارهای جداگانه ارائه شده است. در محصول گندم مجموع تکنیک‌های انجام شده (جدول ۴) در این پنج سال زراعی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۷/۴، ۲۱/۹، ۶۷/۹، ۳۷/۱ و ۲۳/۴ درصد اثربخش بوده است و در پایلوت-های استان آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۲۳/۵، ۶/۳، ۳۳/۲، ۲۱/۴ و ۹/۹ درصد اثربخش بوده است. در مجموع پایلوت-های دو استان این تکنیک‌ها بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۵/۲، ۱۲/۶، ۴۶/۹، ۲۷/۸ و ۱۵/۴ درصد مؤثر بوده است (شکل ۶۲). در محصول جو، مجموع تکنیک-های انجام شده در این پنج سال زراعی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۱۱، ۳۰/۸، ۴۴، ۲۶/۵ و ۳۰/۲ درصد مؤثر بوده است. در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۵/۲، ۲۴/۹، ۳۱/۸ و ۲۷/۶ درصد مؤثر بوده است. در مجموع پایلوت‌های دو استان در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۷/۲، ۲۶/۸، ۳۵/۷ و ۲۷/۲ درصد مؤثر بوده است (شکل ۶۳).

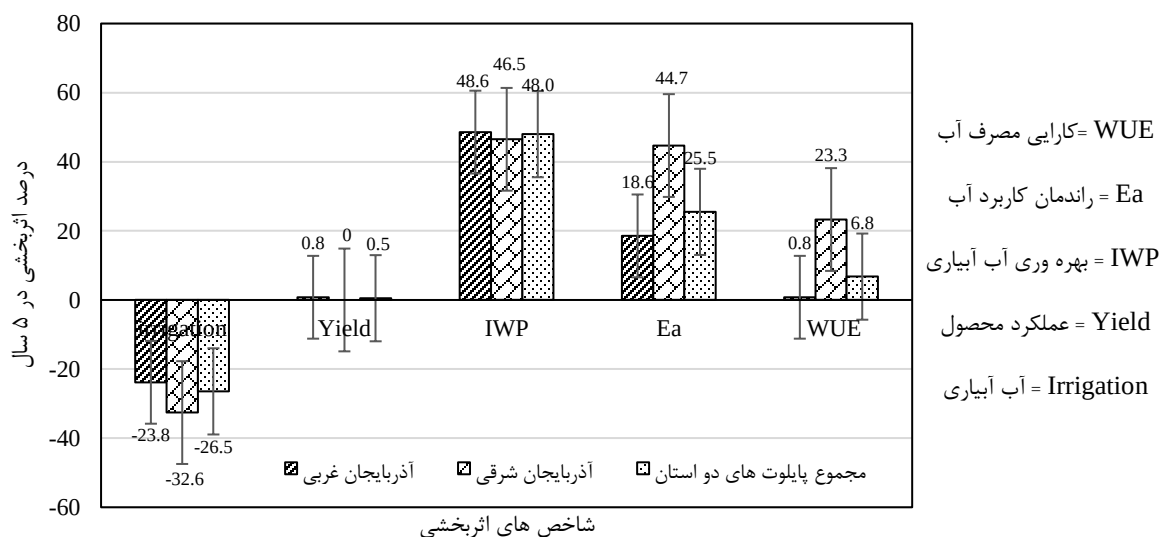
در محصول سیب درختی مجموع تکنیک‌های انجام‌شده در این پنج سال زراعی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۲/۶، ۰، ۴۶/۵، ۴۴/۷ و ۲۳/۳ درصد اثربخش بوده است و در آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۲۳/۸، ۰/۸، ۴۸/۶، ۱۸/۶ و ۰/۸ درصد اثربخش بوده است. اثربخشی صفر به معنای آن است که اجرای تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب نسبت به شاهد نشده است و مقدار این پارامترها در مزارع تیمار (اجرای تکنیک به‌زراعی و به‌نژادی) و شاهد یکسان به‌دست آمده است. در مجموع پایلوت‌های دو استان این تکنیک‌ها بر کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۶/۵، ۰/۵، ۴۸، ۲۵/۵ و ۶/۸ درصد مؤثر بوده است (شکل ۶۴). در محصول گوجه‌فرنگی، مجموع تکنیک‌های انجام‌شده در این پنج سال زراعی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۵/۴، ۳۵/۴، ۹۲/۶، ۶۴/۶ و ۲۴/۵ درصد مؤثر بوده است. در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۳/۵، ۱۴/۵، ۷۳/۶، ۳۷/۵ و ۲۴/۵ درصد مؤثر بوده است. در مجموع پایلوت‌های دو استان در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۴/۳، ۱۸/۹، ۸۱/۸، ۴۸/۹ و ۲۴/۵ درصد مؤثر بوده است (شکل ۶۵). در محصول آلوچه، مجموع تکنیک‌های انجام‌شده در این پنج سال زراعی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۵/۲، ۱۱/۷، ۴۹/۳، ۳۵/۲ و ۱/۷ درصد مؤثر بوده است. در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۸/۵، ۰، ۷۶/۴، ۱۰۰ و ۵۸/۸ درصد مؤثر بوده است. در مجموع پایلوت‌های دو استان در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۹/۹، ۷/۶، ۵۷/۸، ۶۹/۱ و ۲۵/۶ درصد مؤثر بوده است (شکل ۶۶).



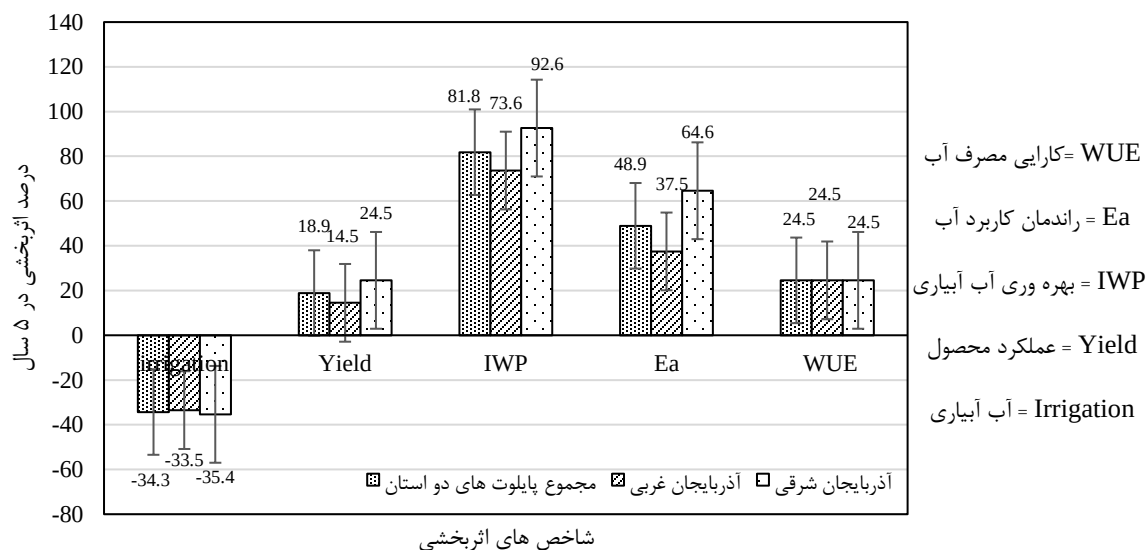
شکل ۶۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای گندم در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



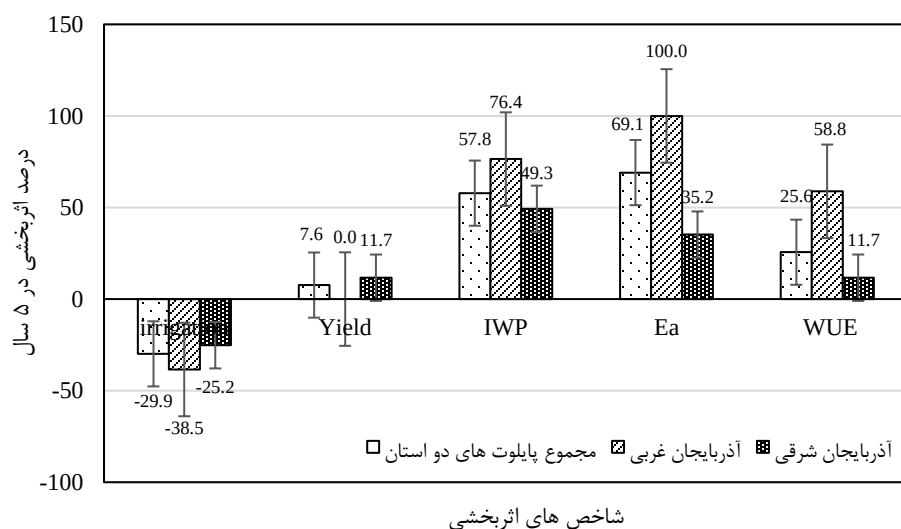
شکل ۶۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای جو در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۶۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت‌های دو استان برای سیب‌درختی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



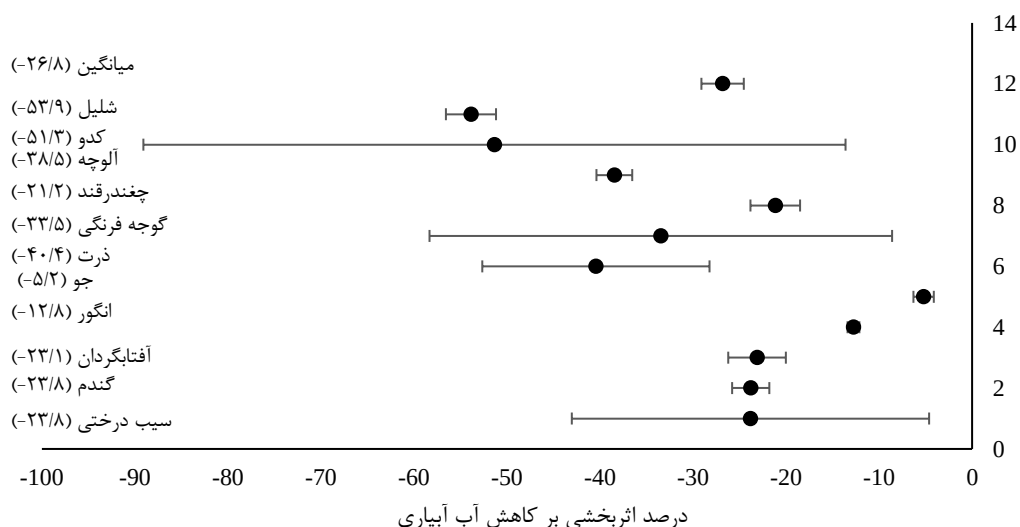
شکل ۶۵- اثربخشی کاربرد تکنیک های به زراعی و به نژادی در پایلوت های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت های دو استان برای گوجه فرنگی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



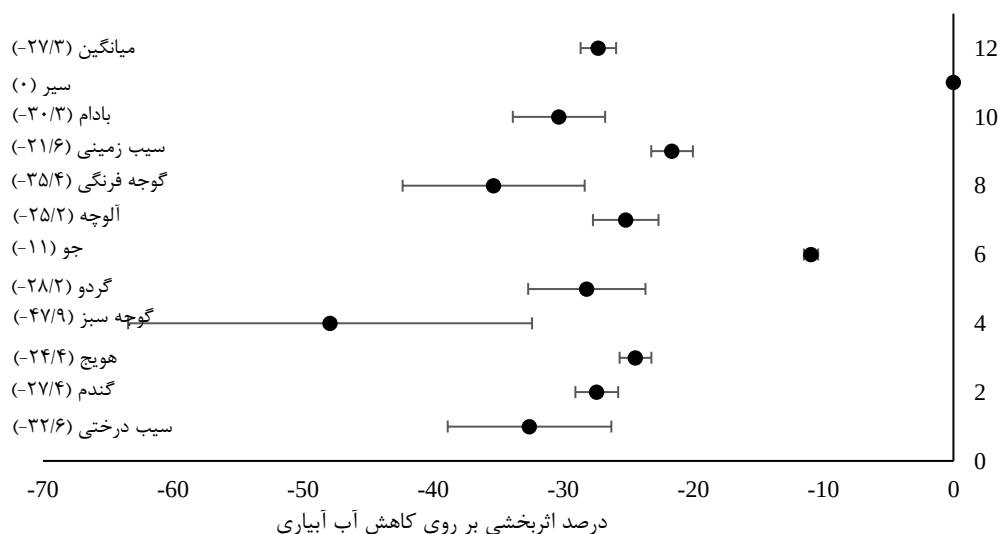
شکل ۶۶- اثربخشی کاربرد تکنیک های به زراعی و به نژادی در پایلوت های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی و مجموع پایلوت های دو استان برای آلوچه در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

اثربخشی مجموع تکنیک های به زراعی و به نژادی (جدول ۴) بر کاهش آب آبیاری و افزایش عملکرد، بهره وری آب آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب در پایلوت های استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی در طول پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴، ۱۳۹۴-۱۳۹۵، ۱۳۹۵-۱۳۹۶، ۱۳۹۶-۱۳۹۷ و ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در شکل های ۶۷ تا ۷۶ ارائه شده است. در طول پنج سال زراعی بیشترین اثربخشی بر کاهش آب آبیاری در محصول شلیل و کدو استان آذربایجان غربی به ترتیب به میزان ۵۳/۹ و ۵۱/۳ (شکل ۶۷) و در محصول گوجه سبز استان آذربایجان شرقی به میزان ۴۷/۹ (شکل ۶۸) حاصل شده است. در

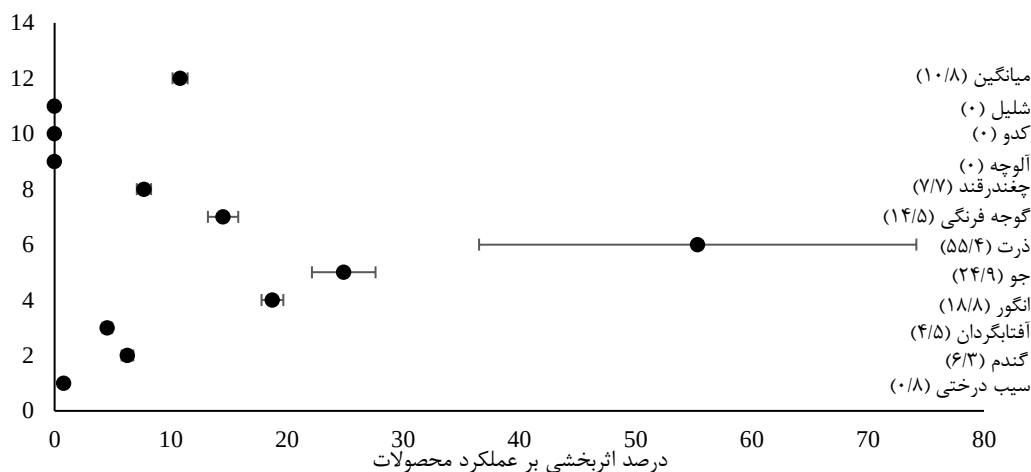
استان آذربایجان غربی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی به‌طور تقریبی بر افزایش عملکرد شلیل، کدو و آلوچه تأثیری نداشته است و عملکرد تیمار و شاهد یکسان بوده است. درحالی‌که در محصول ذرت با کاهش ۴۰/۴ درصد آبیاری، افزایش عملکرد ۵۵/۴ درصد مشاهده شد (شکل ۶۹). در استان آذربایجان شرقی محصول سیب درختی با کاهش ۳۲/۶ درصدی در آبیاری هیچ‌گونه افزایش عملکردی مشاهده نشد و عملکرد تیمار و شاهد یکسان بوده است اما محصول گردو تنها با کاهش ۲۸/۲ درصدی آبیاری توانسته است ۳۵/۸ درصد عملکرد را افزایش دهد (شکل ۷۰).



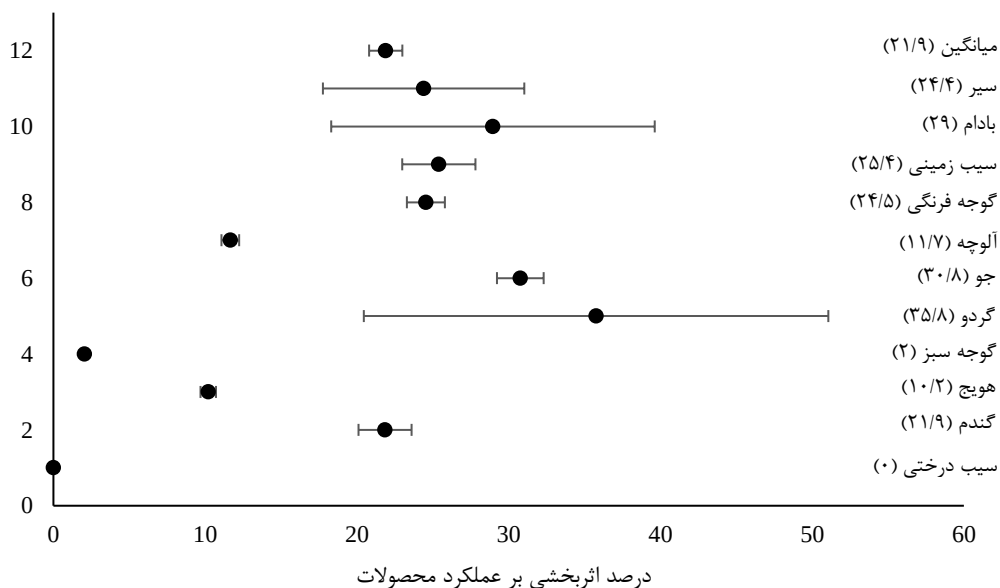
شکل ۶۷- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آبیاری برای محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۶۸- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر کاهش آبیاری برای محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



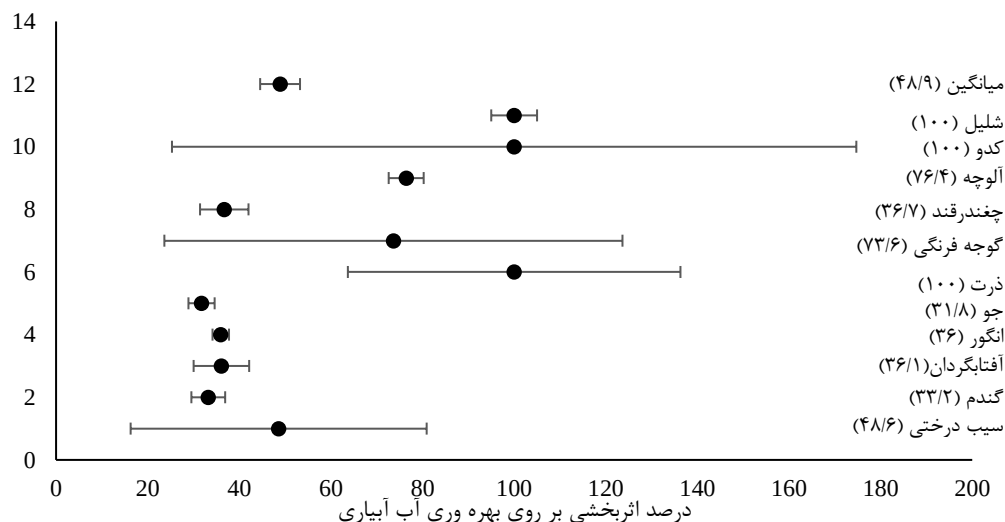
شکل ۶۹- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



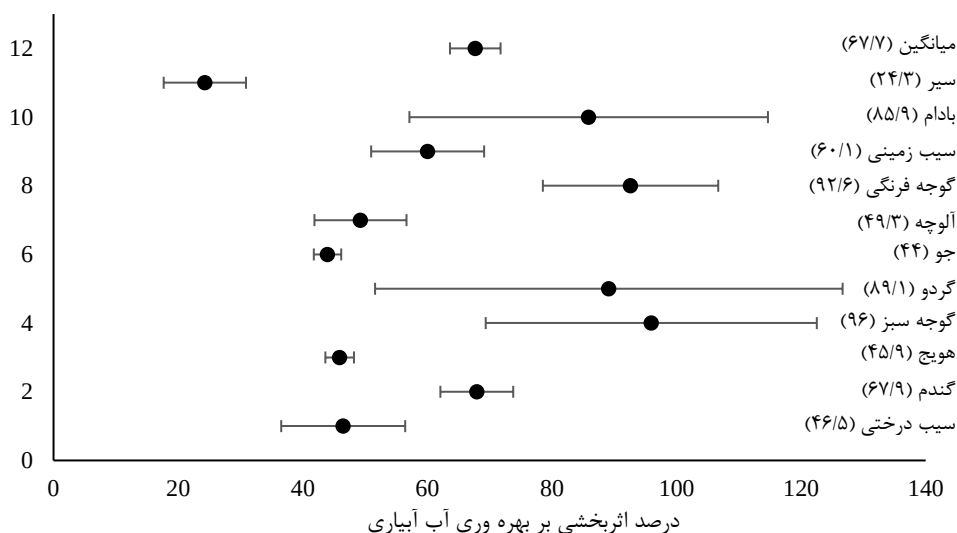
شکل ۷۰- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

با توجه به شکل‌های ۷۱ و ۷۲ در استان آذربایجان غربی بهترین افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری به‌صورت ذرت=شلیل=کدو< آلوچه< گوجه‌فرنگی < سیب درختی < چغندر قند و در استان آذربایجان شرقی به‌صورت گوجه‌سبز< گوجه‌فرنگی< گردو< بادام< گندم مشاهده شد. درحالی‌که در طول پنج سال با انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی به طور مجموع در محصولات مختلف، افزایش بهره‌وری آب در استان آذربایجان غربی ۴۸/۹ درصد و در استان آذربایجان شرقی ۶۷/۷ درصد می‌باشد (شکل ۷۱ و ۷۲). راندمان کاربرد آب در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در محصولات کدو، شلیل و آلوچه و در پایلوت‌های استان

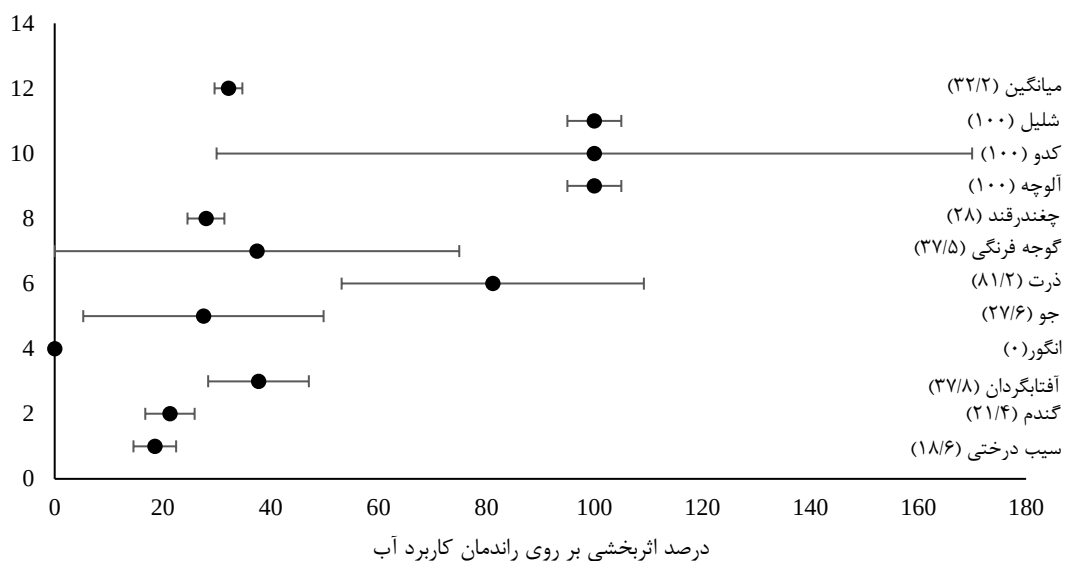
آذربایجان شرقی در محصول گوجه‌سبز با بالاترین اثربخشی مشاهده شد (شکل ۷۳ و ۷۴). کارایی مصرف آب در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در محصول سیب درختی و در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در محصول گوجه‌سبز چندان تغییر قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده نشد (شکل ۷۵ و ۷۶).



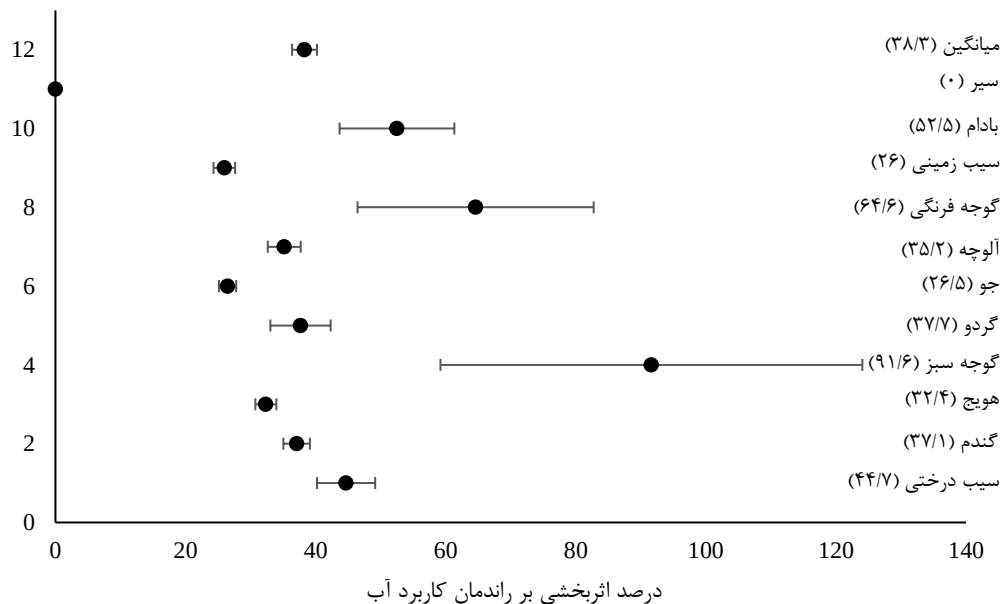
شکل ۷۱- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب آبیاری محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳



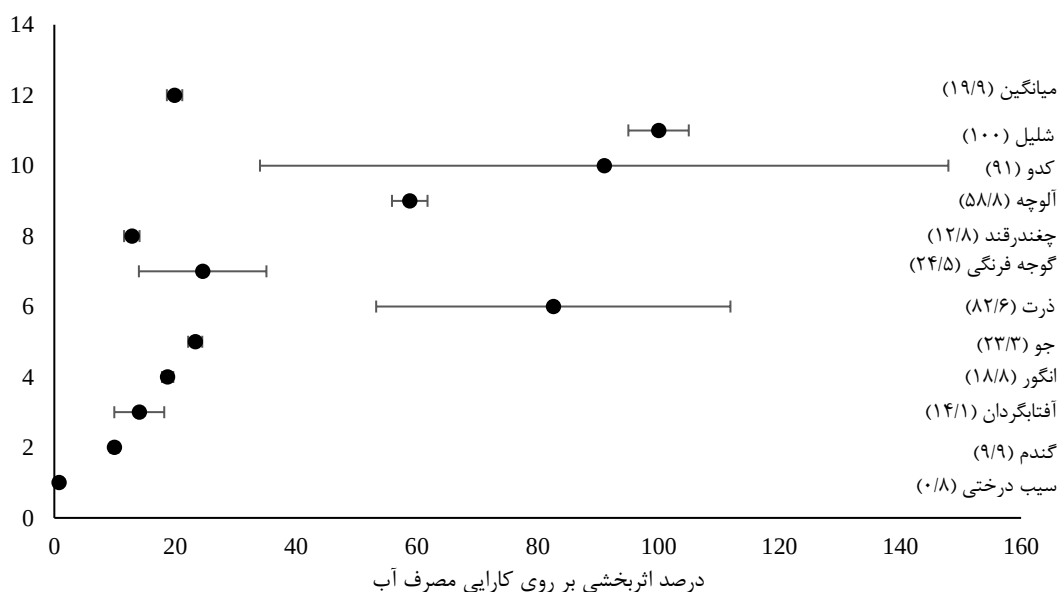
شکل ۷۲- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش بهره‌وری آب آبیاری محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳



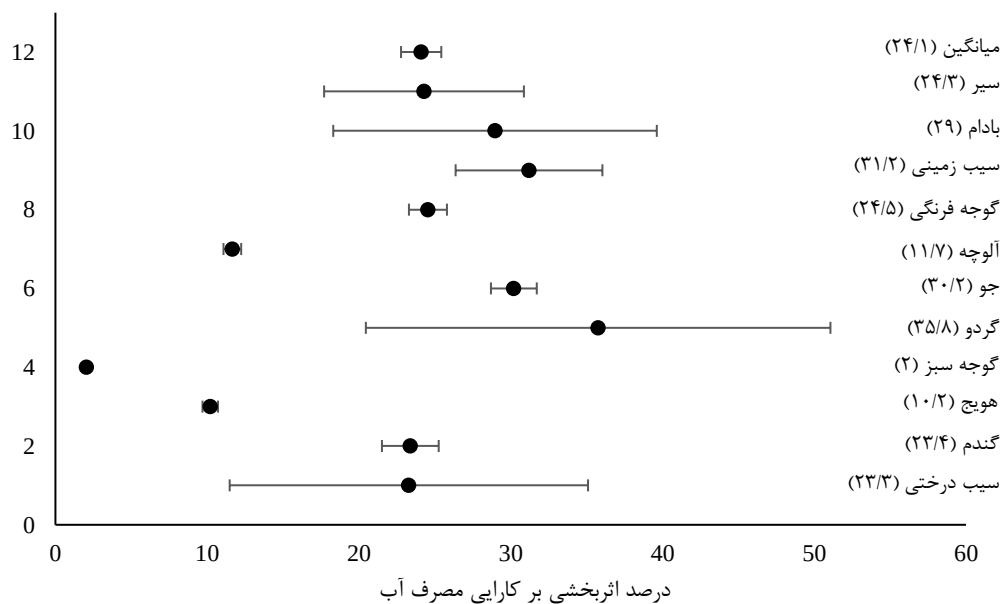
شکل ۷۳- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۷۴- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش راندمان کاربرد آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۷۵- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳



شکل ۷۶- اثربخشی کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش کارایی مصرف آب محصولات مختلف در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در پنج سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳

اثربخشی تکنیک‌های به‌کاررفته در مزارع

در جدول ۴ تمام تکنیک‌های بکار رفته در پایلوت‌های پروژه در سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۳ ارائه شده است. بر اساس مطالعات انجام شده تکنیک‌های مرتبط و مؤثرتر بر کاهش مصرف آب آبیاری شامل تکنیک روش کاشت (کشت فاروئر، کاربرد خطی کار و ردیف‌کار) (فاهانگ و همکاران، ۲۰۰۴؛ حبیبی اصل و دهقان، ۱۳۹۱)، مدیریت خاک‌ورزی (خاک‌ورزی حفاظتی و حداقل خاک‌ورزی) (هالورسون و همکاران، ۲۰۰۰؛ دهقانیان و افضل‌نیا، ۱۳۹۷)، آماده‌سازی بستر زمین (تسطیح اراضی و لولر) (توحیدیان فر و رضائی مقدم، ۱۳۹۲)، رعایت تاریخ کاشت (مظاهری لقب و همکاران، ۱۳۹۰؛ باروس و همکاران، ۲۰۰۴)، برنامه‌ریزی آبیاری (حقایقی مقدم و فرزام‌نیا، ۱۳۹۱)، تغییر ابعاد قطعه آبیاری (بوآتیستا و همکاران، ۲۰۱۲)، تغییر روش آبیاری (نیکان‌فر و رضایی، ۱۳۹۴) و اصلاح آرایش کاشت (طالقانی و خیامیم، ۱۳۹۳؛ قاسمی و همکاران، ۱۳۹۵) و کشت نشایی می‌باشد که در این مطالعه به تجزیه و تحلیل این تکنیک‌ها پرداخته شد. در حالی که روش‌های دیگر ذکر شده در جدول ۴ بر روی کیفیت محصول و افزایش عملکرد تأثیرگذار است.

در شکل‌های ۷۷ تا ۸۳ اثربخشی تکنیک‌های بکار رفته در مزارع ارائه شده است. در شکل ۷۷ اثربخشی تکنیک روش کاشت بر محصولات چغندرقد، آفتابگردان، ذرت و گندم نشان داده شده است. در ارزیابی اثربخشی تکنیک روش کاشت سه زیرمجموعه کشت فاروئر، کاربرد خطی کار و ردیف‌کار در نظر گرفته شده است. در کشت گندم هر سه مورد کشت فاروئر، کاربرد خطی کار و ردیف‌کار وجود داشت در صورتی که در محصولات ذرت، آفتابگردان و چغندرقد کاربرد ردیف‌کار وجود دارد.

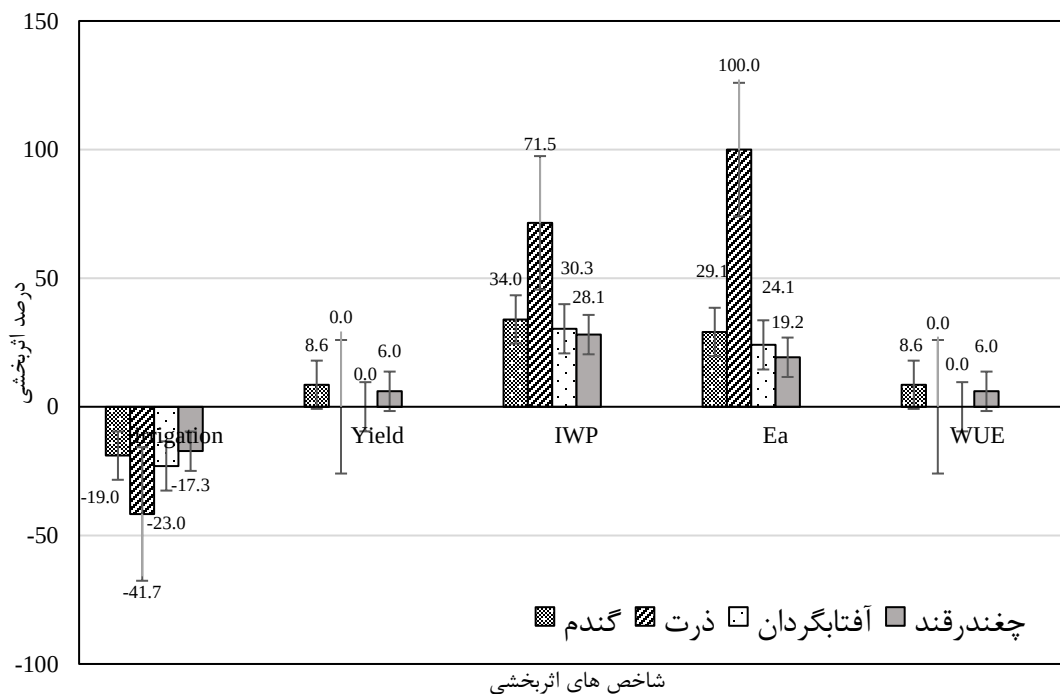
ردیف‌کارها (یا دقیق‌کارها) برای کشت گیاهانی مانند ذرت، آفتابگردان و چغندرقد که به فضای بیشتری برای رشد و نمو احتیاج دارند، بکار می‌روند. با توجه به شرایط فیزیولوژیک ریشه ذرت و آفتابگردان کاربرد ردیف‌کار در کشت آنها موجب کاربرد بهینه آب آبیاری شده است و در نتیجه افزایش بهره‌وری مصرف آب با توجه به ثابت بودن میزان عملکرد در مزارع تیمار و شاهد گردیده است. از این‌رو، بیشترین کاهش آب آبیاری در ذرت و در رتبه دوم در آفتابگردان به ترتیب به میزان ۴۱/۷ و ۲۳ درصد اثربخشی مشاهده شد.

با توجه به شکل ۷۷ بیشترین اثربخشی روش کاشت بر افزایش عملکرد گندم به مقدار ۸/۶ درصد مشاهده شد. عملیات کشت گندم با خطی کار گندم در مواردی که خطی کارها مجهز به فاروئر بودند برای ایجاد جوی و پشته و فارو منجر به هدایت آب در زمین از طریق جویچه‌ها شد، به‌طوری که رطوبت به صورت نشتی به محل استقرار بذرها نفوذ می‌کرد و حالت غرقابی ایجاد نمی‌شد؛ بنابراین درصد احتمال سبز شدن بذرها افزایش می‌یافت. از سوی دیگر کشت گندم به صورت دستی بذرها به طور تصادفی و کنترل نشده پخش و در خاک مستقر می‌شدند، بنابراین تعدادی بوته نیز در کف جویچه‌ها سبز می‌شدند که جایگاه مناسبی برای استقرار گیاه نبوده و ممکن بود بوته‌های این ناحیه مقداری از مواد غذایی و رطوبت موجود را مصرف کنند ولی قدرت رقابت با بوته‌های روی پشته را نداشتند و محصولی نیز تولید نمی‌کردند و در صورت تولید از کیفیت کمی برخوردارند. در صورتی که کاربرد ردیف‌کار منجر به کشت بذر بر هر پشته می‌شد. فاصله بین ردیف کاشت قابل تنظیم بود.

جدول ۴- شرح تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته طرح مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار در طی ۵ سال زراعی

۱۳۹۳-۱۳۹۸

ردیف	تکنیک به‌زراعی	تعداد محصول	تعداد سال
۱	تغییر ابعاد قطعه آبیاری	۹	۴
۲	برنامه‌ریزی آبیاری	۸	۳
۳	اصلاح آرایش کاشت	۸	۳
۴	رعایت تاریخ کشت	۵	۳
۵	کشت نشائی	۱	۳
۶	مدیریت تغذیه گیاه	مصرف کود دامی	۵
		مصرف کود شیمیایی	۵
		مصرف کود زیستی	۵
		چال کود	۲
		کانال کود	۱
		آزمون خاک	۴
۷	تغییر روش آبیاری	آبیاری نواری	۳
		آبیاری فاروثر	۲
		آبیاری شیاری	۳
		آبیاری نشتی حلقوی	۲
		آبیاری بارانی	۱
۸	روش کاشت	کشت فاروثردار	۴
		خطی کار	۲
		ردیف کار	۳
		تسطیح اراضی	۴
۹	آماده‌سازی بستر زمین	لولر	۵
		دیسک	۵
		سله شکنی	۱
		شخم برگردان دار	۵
		کرت بندی اصولی	۲
		مرزکش دیسک‌زن	۱
		حداقل خاک‌ورزی	۳
		خاک‌ورزی حفاظتی	۵
۱۰	مدیریت خاک‌ورزی		
۱۱	بیل کاری پای درخت یا بوته	۳	۴
۱۲	کولتیواتور	۷	۵
۱۳	هرس	۴	۳
۱۴	مدیریت آفات	۷	۳
۱۵	مدیریت مبارزه با علف هرز	۷	۳
۱۶	کاربرد بذر کار یا غده کار	۶	۳
۱۷	رعایت تناوب کشت	۵	۱
۱۸	کاربرد بذر ضد عفونی شده	۶	۴
۱۹	اصلاح عمق کاشت	۵	۲
۲۰	کشت دو ردیفه	۱	۲
۲۱	تغییر وارسته	۲	۲
۲۲	ماله ۳ متری فاروثردار	۱	۱



شکل ۷۷- اثربخشی تکنیک روش کاشت بر محصولات زراعی

در شکل ۷۸ نتایج ارزیابی اثربخشی مدیریت خاک‌ورزی بر محصولات سیب‌زمینی، جو، چغندر، آفتابگردان، ذرت و گندم آورده شده است. به‌منظور در نظر گرفتن مدیریت خاک‌ورزی، دو زیرمجموعه خاک‌ورزی حفاظتی و حداقل خاک‌ورزی^۱ در نظر گرفته شده است. در مزارع جو و سیب‌زمینی تکنیک خاک‌ورزی حفاظتی و در مزارع چغندر، آفتابگردان و ذرت تکنیک حداقل خاک‌ورزی بکار رفته است. در کشت گندم برای هر دو تکنیک خاک‌ورزی حفاظتی و حداقل خاک‌ورزی مزارع در یک مجموعه برای ارزیابی اثربخشی مدیریت خاک‌ورزی در نظر گرفته شد. در خاک‌ورزی حفاظتی به کشاورزان پیشنهاد می‌شود حداقل ۳۰ درصد سطح خاک از بقایای کشت قبلی پوشیده شده باشد. خاک‌ورزی حفاظتی روشی برای مدیریت خشک‌سالی در راستای نگهداری آب در زمین و همچنین کاهش هزینه‌های تولید در کشاورزی و افزایش مواد آلی خاک است. این تکنیک سبب می‌شود که بقایای گیاهان پیشین درون خاک، به شکل یک کود گیاهی خوب عمل کند و نفوذپذیری خاک افزایش می‌دهد. در نتیجه آب باران و شب‌نم راحت‌تر به زمین فرو می‌رود و همچنین این بقایا از تبخیر آب به‌وسیله تابش آفتاب نیز جلوگیری می‌کند؛ و از سوی دیگر با فرورفتن سریع آب در زمین از بروز سیلاب‌ها جلوگیری می‌کند. با توجه به شکل ۷۸ بیشترین اثربخشی تکنیک مدیریت خاک‌ورزی بر افزایش عملکرد در کشت جو به مقدار ۳۰/۸ درصد مشاهده شد. در حالی که کمترین اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری در محصول جو به‌دست آمد. کاهش تلفات آب‌آبیاری و همچنین جوانه‌زنی خوب بذرها به دلیل وجود ساختمان خوب و مناسب خاک و در نهایت شکل مناسب جریان آب در خاک منجر به افزایش بهره‌وری آب و راندمان کاربرد آب به‌ترتیب به مقدار ۴۴ و ۲۶/۵ درصد شد.

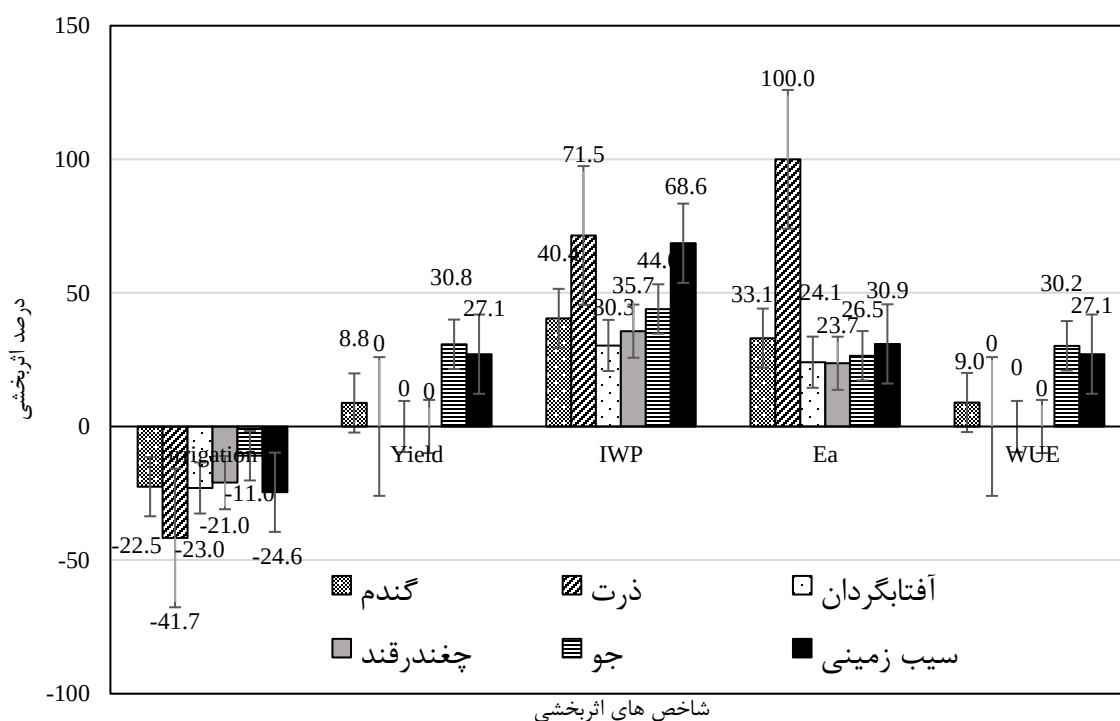
^۱ در این روش تمام عملیات‌های خاک‌ورزی به حداقل خود می‌رسد.

در مزرعه تیمار کشت جو، بیشترین عمق آبیاری در زمان وجود منبع آب مزرعه از چاه و کمترین در زمان وجود منبع آب مزرعه از کانال وجود داشت. دلیل عمده‌ی عمق زیاد آبیاری در این مزرعه را می‌توان دبی کم پمپ، طولانی شدن فاز پیشروی در کرت و همچنین فاصله زیاد دو نوبت آبیاری و خشک بودن خاک ذکر نمود. به این سبب با افزایش سه برابری میانگین دبی ورودی به مزرعه و همچنین کاهش فاصله آبیاری در آخرین نوبت، عمق آبیاری در مزرعه کاهش یافت. همچنین بیشترین و کمترین عمق آبیاری در مزرعه شاهد زمانی مشاهده شد که منبع تأمین هر دو آب کانال بود. با توجه به مشاهدات عینی و پایش رطوبت خاک علت اصلی عمق زیاد آبیاری، فاصله زیاد بین دو آبیاری (نزدیک به ۶۰ روز) و خشک شدن بیش‌ازاندازه خاک است؛ که به سبب کاهش فاصله آبیاری به ۱۱ روز، عمق آبیاری در نوبت آخر کاهش یافته است. درنهایت می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر بودن عمق نفوذ آب در مزرعه شاهد نسبت به مزرعه تیمار در آخرین نوبت آبیاری علی‌رغم اینکه دبی ورودی به هر دو مزرعه نیز تقریباً یکسان است، به سبب طول بلند کرت در مزرعه شاهد بوده که باعث طولانی شدن فاز پیشروی می‌شد.

حداقل خاک‌ورزی که در پایلوت‌های گندم، ذرت، آفتابگردان و چغندر قند بکار رفته است با ایجاد دست‌خوردگی به مقدار کم در ساختمان خاک منجر به کاهش سله در سطح خاک، نفوذ بهتر جریان آب در خاک (هم به صورت جریان عمودی و هم به صورت جریان افقی) و کاهش رواناب و تلفات در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد شد. در نتیجه اعمال این تکنیک، در برخی از مزرعه‌های تیمار و شاهد دارای شرایط یکسان از لحاظ شیب، منبع آب و مساحت مشاهده شد که ساعت آبیاری در مزرعه شاهد بیشتر از مزرعه تیمار بوده است. همچنین با تکنیک حداقل خاک‌ورزی کنترل علف هرز در مزرعه تیمار رخ داد. از این‌رو، علف هرز از رقابت در آب‌آبیاری با ذرت حذف گردید؛ زیرا زمانی که علف هرز در مزرعه وجود دارد برای محصول یک رقیب در مصرف آب بشمار می‌رود. با توجه به شکل ۷۸، بیشترین اثربخشی حداقل خاک‌ورزی بر کاهش آب‌آبیاری در ذرت مشاهده شد ولی از نظر عملکرد ذرت تغییری نسبت به شاهد حاصل نشد. در نتیجه کاهش ۴۱/۷ درصدی عمق آب‌آبیاری در ذرت، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب به ترتیب ۷۱/۵ و ۱۰۰ درصد افزایش یافت. همچنین در پایلوت‌های آفتابگردان انجام حداقل خاک‌ورزی در مزرعه تیمار موجب شد، زمان پیشروی جریان آب در مزرعه تیمار نسبت به شاهد کمتر شود. برای مثال، در آبیاری اول مدت زمان پیشروی در یک مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه بوده است که نشان‌دهنده تأثیر عملیات خاک‌ورزی مناسب در تسریع پیشروی جریان مزرعه تیمار می‌باشد. از این‌رو، با آنکه در میزان عملکرد مزارع تیمار و شاهد آفتابگردان تفاوتی وجود نداشت، اعمال حداقل خاک‌ورزی توانست از طریق کاهش ۲۳ درصد عمق آب‌آبیاری در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد، بهره‌وری آب‌آبیاری را ۳۰/۳ درصد و راندمان کاربرد آب را ۲۴/۱ درصد افزایش دهد. حداقل خاک‌ورزی در پایلوت‌های چغندر قند از طریق ایجاد جریان و نفوذ مناسب آب در ساختمان خاک، یکنواختی خیس شدگی منطقه ریشه و حفظ رطوبت خاک منجر به کاهش آب‌آبیاری، افزایش بهره‌وری آب و راندمان کاربرد آب به ترتیب به مقدار ۲۱، ۳۵/۷ و ۲۳/۷ درصد شد. در حالی که در برخی از مزارع تیمار چغندر قند نسبت به شاهد تعداد دفعات آبیاری بیشتر و شیب نامناسب وجود داشت، کاهش آب‌آبیاری به علت شکل مناسب پیشروی و پسروی جریان آب در مزرعه تیمار رخ داده است. همچنین علی‌رغم دور آبیاری کمتر تیمار، با رشد محصول کاهش ساعت آبیاری مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد مشاهده شد.

در کشت گندم اعمال خاک‌ورزی حفاظتی بر کاهش عمق آبیاری و افزایش عملکرد، راندمان کاربرد و کارایی مصرف آب اثربخش بود که به دلیل بهره‌مند شدن مزرعه تیمار از تغذیه مناسب به واسطه وجود بقایای گیاهان سال قبل و رعایت تناوب زراعی و وجود جریان مناسب آب به واسطه تسطیح، کاهش سله و ایجاد تخلخل مناسب (برای هر نوع خاک متفاوت است) از طریق کم‌خاک‌ورزی می‌باشد. همچنین در مزارع تیمار مدت زمان پیشروی نسبت به شاهد کاهش یافت که به علت ایجاد تسریع جبهه پیشروی رطوبت خاک در مزارع تیمار می‌باشد. ارزیابی نتایج در کشت گندم نشان داد، اعمال خاک‌ورزی حفاظتی و حداقل خاک‌ورزی بر کاهش آب‌آبیاری، افزایش عملکرد، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به مقدار ۲۲/۵، ۸/۸، ۴۰/۴، ۳۳/۱ و ۹ درصد اثربخش است.

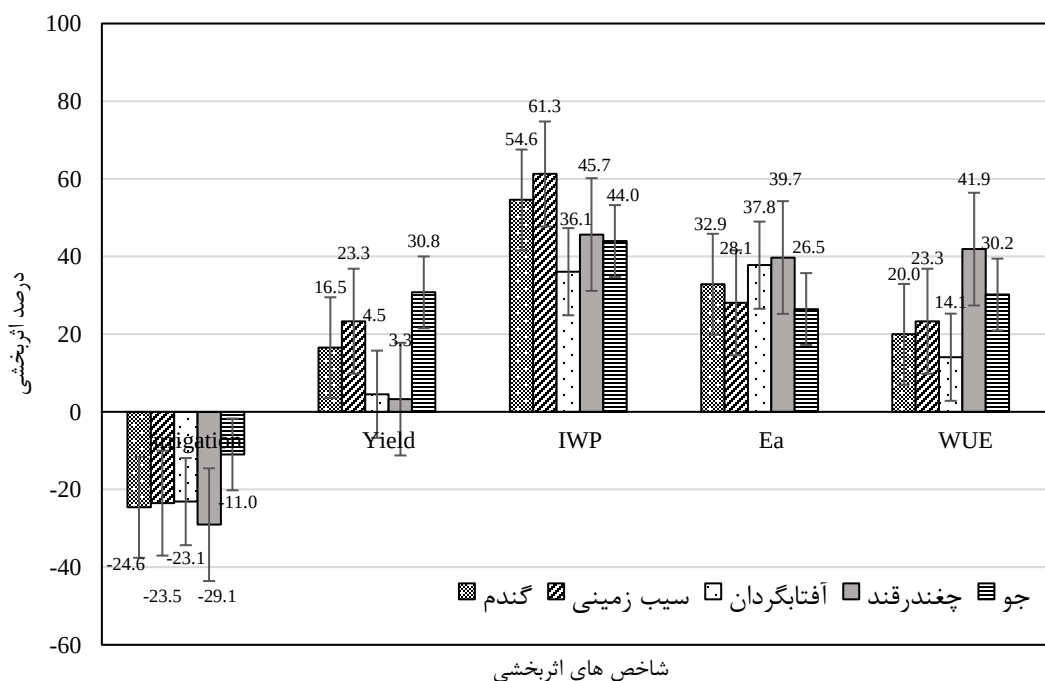
در کشت سیب‌زمینی در آذربایجان شرقی به منظور اعمال تکنیک خاک‌ورزی حفاظتی اقدام به برگرداندن بقایای گیاهی محصول سال قبل و رعایت تناوب زراعی باهدف حفظ تغذیه مناسب محصول و ایجاد کم‌خاک‌ورزی باهدف کاهش علف هرز، تخریب سله و ایجاد بستر مناسب برای نفوذ آب و جوانه‌زنی شد. ارزیابی نتایج در کشت سیب‌زمینی نشان داد، اعمال خاک‌ورزی بر کاهش آب‌آبیاری، افزایش عملکرد، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به مقدار ۲۴/۶، ۲۷/۱، ۶۸/۶، ۳۰/۹ و ۲۷/۱ درصد اثربخش است.



شکل ۷۸- اثربخشی تکنیک مدیریت خاک‌ورزی بر محصولات مختلف

در شکل ۷۹ نتایج ارزیابی اثربخشی آماده‌سازی بستر زمین بر محصولات سیب‌زمینی، جو، چغندر، آفتابگردان و گندم آورده شده است. در ارزیابی اثربخشی تکنیک آماده‌سازی بستر زمین در محصولات مختلف تکنیک‌های تسطیح و لولر در نظر گرفته شد. در کشت گندم و سیب‌زمینی موارد تکنیک تسطیح اراضی و لولر وجود داشت. در کشت محصولات آفتابگردان،

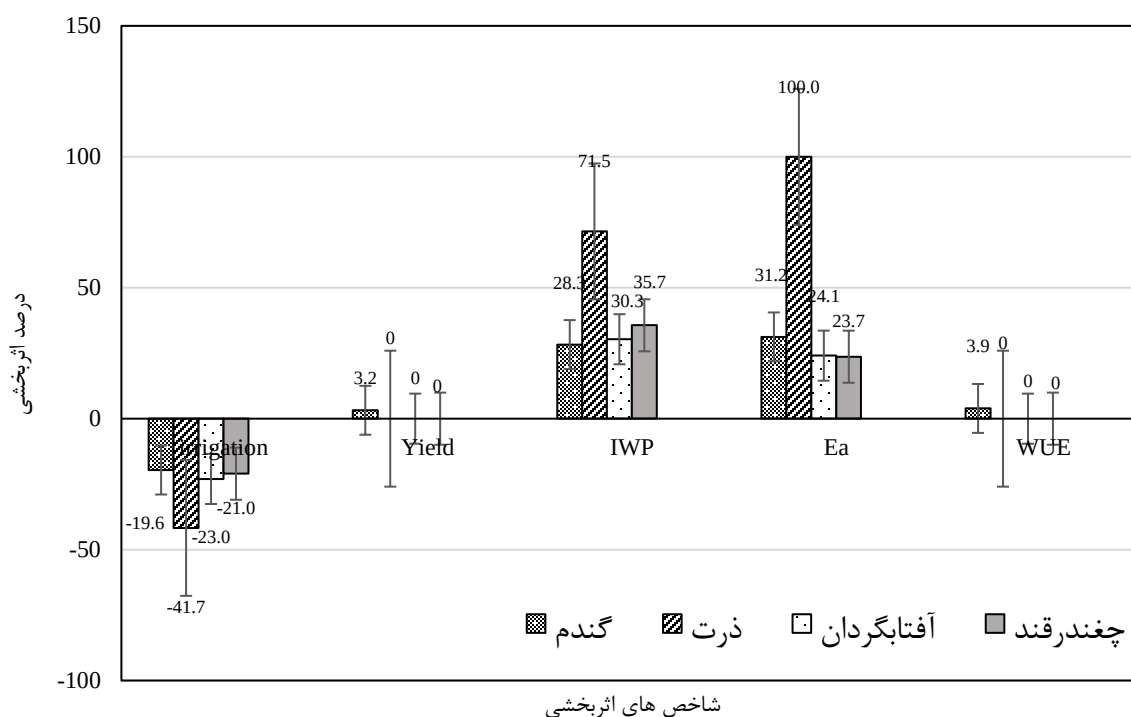
چغندر قند و جو تکنیک تسطیح اراضی وجود داشت. اعمال تکنیک‌های آماده‌سازی بستر زمین منجر به ایجاد شیب یکنواخت در مزرعه تیمار شد که در نتیجه آن پخش یکنواخت آب‌آبیاری در مزرعه تیمار مشاهده شد. پخش یکنواخت آب‌آبیاری در مزارع تیمار از طریق کاهش زمان آبیاری و رسیدن آب کافی به تمام بذرها بر تمام پارامترهای مورد ارزیابی در محصولات مختلف اثربخش بوده است. بیشترین افزایش عملکرد و بهره‌وری آب در سیب‌زمینی به ترتیب با ۲۳/۳ و ۶۱/۳ درصد اثربخشی مشاهده شد. در نتیجه کاهش عمق آبیاری در مزارع تیمار، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب نیز افزایش یافت. در مزارع تیمار چغندر قند با انجام تسطیح اراضی و ایجاد یکنواختی بیشتر در بستر مزرعه تیمار، زمان پیشروی و پسروی جبهه رطوبتی خاک نسبت به شاهد بیشتر از سایر محصولات کاهش یافت، در نتیجه بیشترین کاهش آب‌آبیاری به مقدار ۲۹/۱ درصد در چغندر قند مشاهده شد. در مزارع شاهد سیب‌زمینی و گندم اغلب به علت شیب نامناسب و غیر یکنواخت مزرعه و دریافت آبیاری ناکافی رشد نامناسب گیاهان و در مواردی عدم سبز شدن در قسمت‌هایی از زمین و در نهایت کاهش عملکرد بیشتری نسبت به مزرعه تیمار مشاهده شده است. در نتیجه بیشترین افزایش بهره‌وری در محصولات سیب‌زمینی و گندم به میزان ۶۱/۳ و ۵۴/۶ درصد اثربخشی مشاهده شده است.



شکل ۷۹- اثربخشی تکنیک آماده‌سازی بستر زمین بر محصولات مختلف

در شکل ۸۰ نتایج ارزیابی اثربخشی تکنیک رعایت تاریخ کاشت بر محصولات ذرت، چغندر قند، آفتابگردان و گندم آورده شده است. هدف از رعایت تاریخ کاشت، کشت محصول در زمان مناسب است به طوری که مجموعه عوامل محیطی حادث شده در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد، ضمن این‌که هر مرحله از رشد گیاه با شرایط مطلوب خود روبرو شود و با شرایط نامساعد محیطی نیز روبرو نگردد. در محصول ذرت کشت در اواخر فروردین و خرداد منجر به بیشترین کاهش عمق آبیاری در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد به میزان ۴۱/۷ درصد شده است. برای مثال در محصول گندم کشت در

اواخر مهرماه و اوایل آبان ماه سبب برخورد مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، تشعشع خورشیدی و طول روز مناسب گردیده است و از این طریق بر افزایش رشد و عملکرد مزرعه تیمار به میزان ۳/۲۰ درصد و کاهش عمق آبیاری به میزان ۱۹/۶ درصد نسبت به مزرعه شاهد شده است. در مزرعه شاهد تأخیر در زمان کاشت منجر به تأخیر توسعه مراحل رشد گندم شده است. در نهایت این امر بهره‌وری آبیاری و راندمان کاربرد آب در محصول گندم به ترتیب ۲۸/۳ و ۳۱/۲ درصد در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد افزایش یافت.

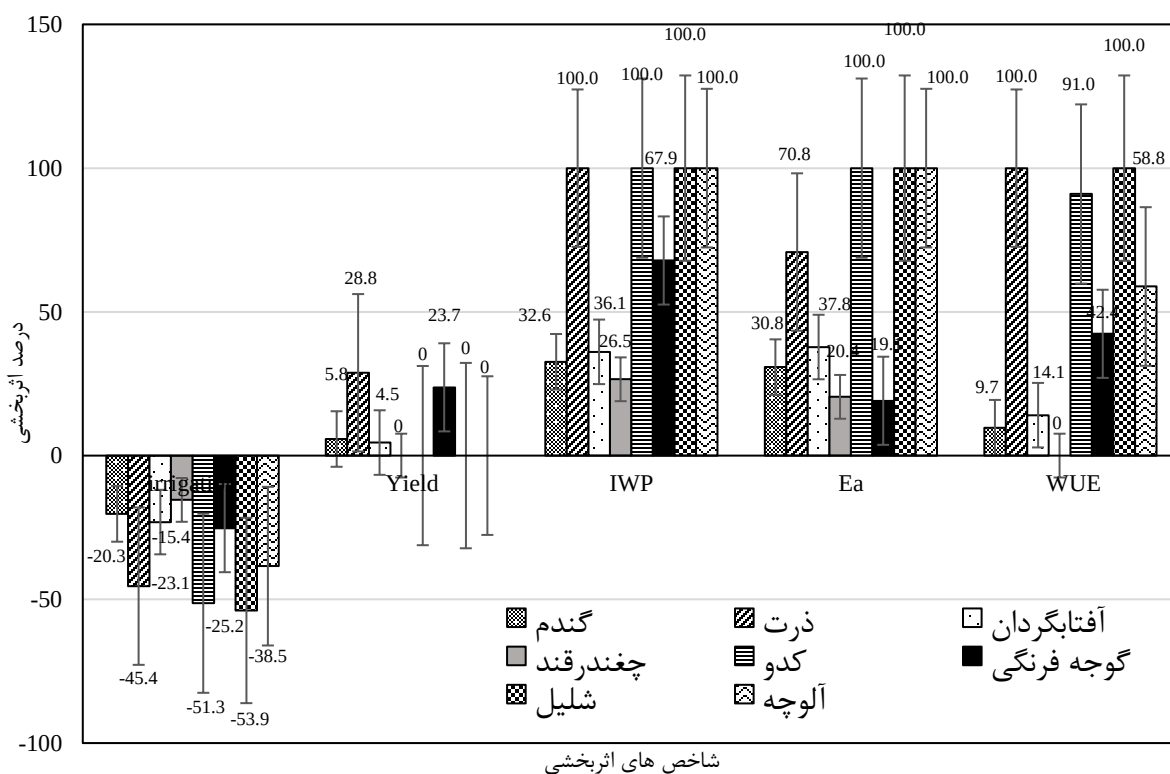


شکل ۸۰- اثربخشی تکنیک رعایت تاریخ کاشت بر محصولات زراعی

در شکل ۸۱ نتایج ارزیابی اثربخشی تکنیک برنامه‌ریزی آبیاری بر محصولات زراعی و باغی ارائه شده است. برای مثال در کشت ذرت آبیاری و به تبع آن مدت آبیاری (راندمان آبیاری ۹۱ درصد لحاظ گردیده است) با استفاده از داده‌های هواشناسی و برآورد میزان تبخیر-تعرق محاسبه شده است. همچنین در مواردی تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در مزرعه تیمار، کاربرد روش آبیاری جویچه‌ای در هر دو مزرعه شاهد و تیمار و کاربرد دریاچه‌های هیدروفلوم در آبیاری کرتی مزرعه تیمار وجود داشت. نتایج اقدامات انجام شده در کشت ذرت با کاهش آب آبیاری و افزایش عملکرد به ترتیب ۴۵/۴ و ۲۸/۸ درصد منجر به افزایش بهره‌وری آبیاری و کارایی مصرف به میزان ۱۰۰ درصد شده است. با توجه به شکل ۸۱ در محصولات زراعی کدو کاهش آب آبیاری در نتیجه اعمال برنامه‌ریزی آبیاری به میزان ۵۱/۳ درصد نسبت به مزرعه شاهد مشاهده شد. تکنیک مورد استفاده در مزارع کدو برنامه‌ریزی زمان واقعی آبیاری بود. میزان حجم مورد نیاز آبیاری نیز با استفاده از داده‌های هواشناسی و محاسبه ETC به دست آمد. دور آبیاری بر اساس رطوبت بهینه و برداشت نمونه رطوبتی خاک قبل آبیاری تعیین گردید. همانطور که شکل ۸۱ نشان می‌دهد، برنامه‌ریزی آبیاری به میزان ۵۱/۳ درصد اثربخشی میزان آب آبیاری را کاهش داده است. اگرچه میزان

عملکرد کدو در مزرعه تیمار تغییر نکرده است، اما برنامه‌ریزی آبیاری در کشت کدو موفق به افزایش بهره‌وری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰ و ۹۱ درصد شده است.

با توجه به شکل ۸۱ برنامه‌ریزی آبیاری بر عملکرد محصولات باغی اثر نداشته است. درحالی‌که بهترین اثربخشی در کاهش عمق آبیاری، افزایش بهره‌وری آب، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب را ایجاد کرده است. در باغ تیمار شلیل دور آبیاری بر اساس پایش، رطوبت خاک در طی فصل آبیاری (رطوبت بهینه) تعیین گردید. همچنین در باغ تیمار شلیل تغییر روش آبیاری از سطحی به شیاری دوطرفه موجب کاهش عمق آب‌آبیاری به میزان ۵۳/۹ درصد شد. نتایج عمق آبیاری باغ تیمار و شاهد بیان‌کننده میزان قابل‌توجهی از تلفات آبیاری در باغ شاهد است. در نتیجه کاهش تلفات آبیاری در باغ تیمار افزایش بهره‌وری آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به مقدار ۱۰۰ درصد مشاهده شد. همچنین در باغ تیمار آلوچه دور آبیاری و ساعت آبیاری نیز با استفاده از داده‌های روزانه هواشناسی و بر اساس معادله پنمن-مانتیت-فائو محاسبه می‌شد. در باغ تیمار به‌جای آبیاری غرقابی از تکنیک آبیاری قطره‌ای به روش بابلر استفاده گردید. نتیجه اقدامات انجام‌شده در باغ تیمار آلوچه منجر به کاهش آب‌آبیاری، افزایش بهره‌وری آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به ترتیب به میزان ۳۸/۵، ۱۰۰، ۱۰۰ و ۵۸/۸ درصد شده است. لازم به ذکر است که در باغات تیمار تغییر عملکرد محصول نسبت به باغات شاهد مشاهده نشد.

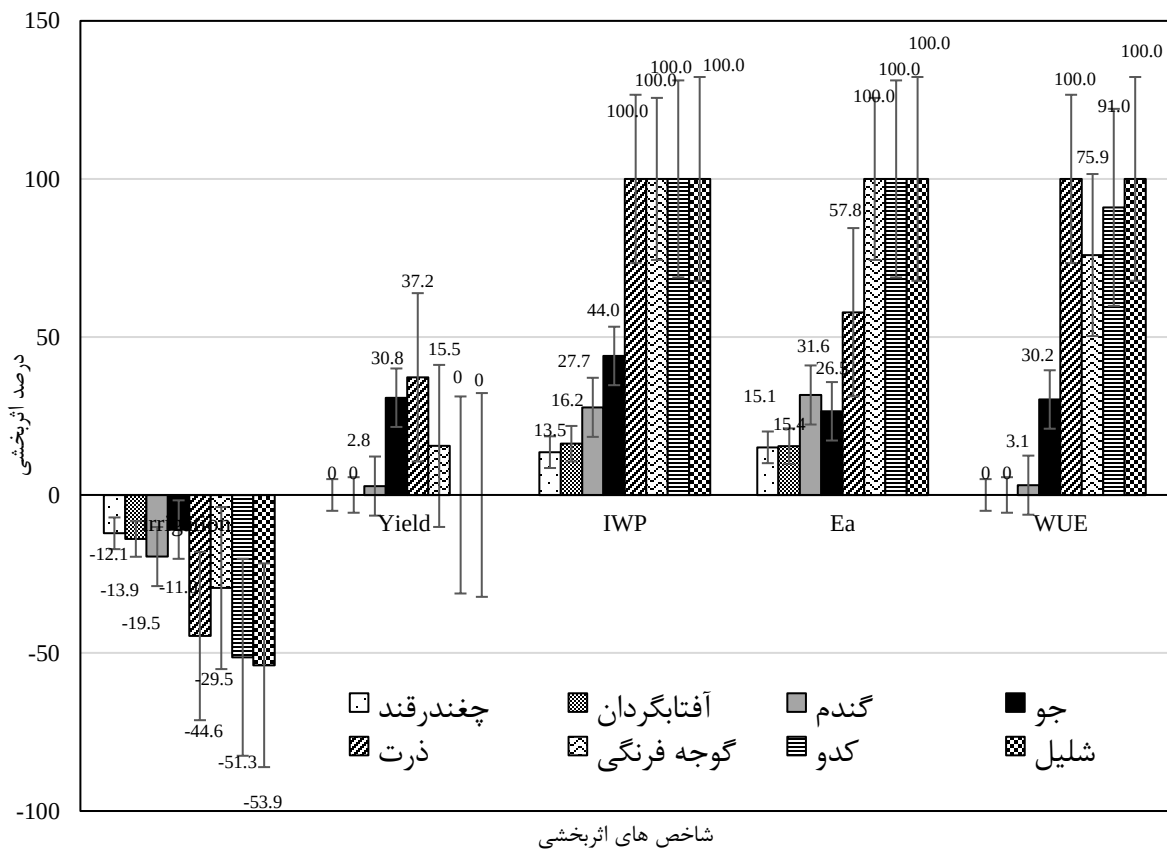


شکل ۸۱- اثربخشی تکنیک برنامه‌ریزی آبیاری بر محصولات زراعی و باغی

در شکل ۸۲ نتایج ارزیابی اثربخشی تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری بر محصولات زراعی و باغی ارائه شده است. در باغ تیمار شلیل عرض شیارها با توجه به سن درختان، بافت خاک و نتایج شبیه‌سازی نرم‌افزار winSRFR، ۶۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در نتیجه این امر ۵۳/۹ درصد آب‌آبیاری در باغ تیمار نسبت به شاهد کاهش یافت و منجر به افزایش بهره‌وری آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به مقدار ۱۰۰ درصد شد. در حالی که در میزان عملکرد باغ تیمار و شاهد تفاوتی مشاهده نشد.

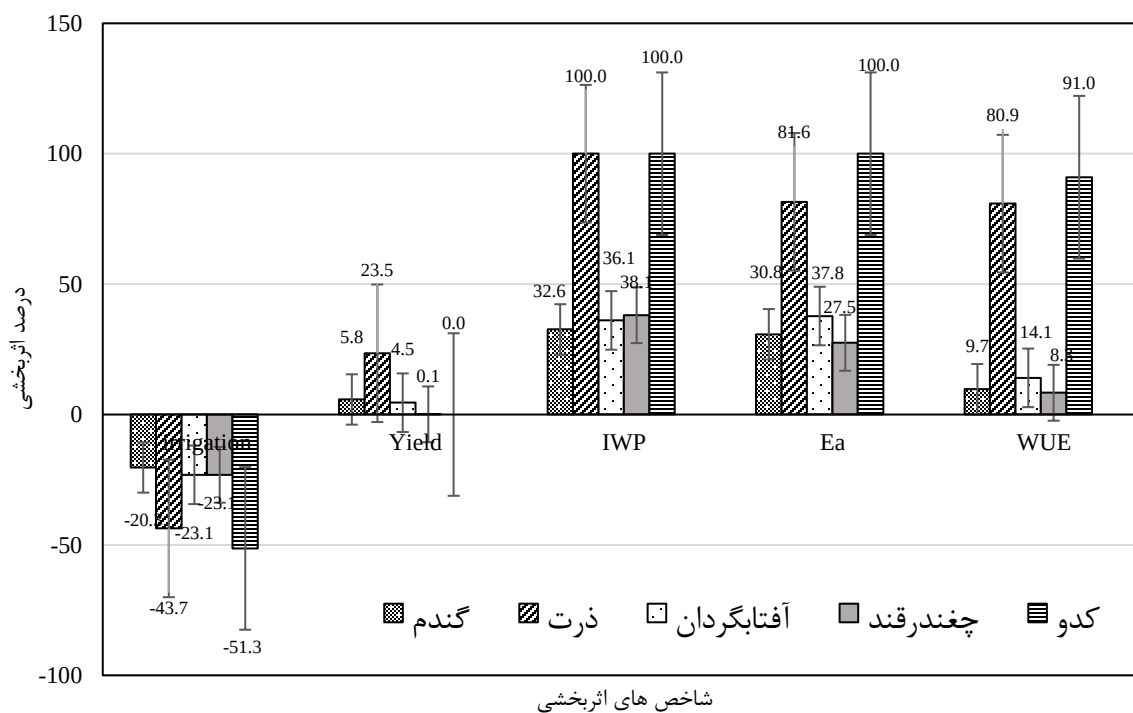
در مزارع تحت کشت ذرت تغییر ابعاد قطعه آبیاری منجر به کاهش آب‌آبیاری به میزان ۴۴/۶ درصد از طریق کاهش زمان جریان پیشروی در مزارع تیمار نسبت به شاهد شده است. یکی از دلایل بیشتر بودن زمان جریان پیشروی شاهد، طولانی بودن نوار شاهد نسبت به تیمار می‌باشد. لازم به ذکر است این کاهش جریان پیشروی در مزارع تیمار ذرت حتی در صورت یکنواخت بودن شیب کف تیمار و شاهد یا زمانی که کف مزرعه شاهد نسبت به تیمار یکنواخت‌تر بوده و در مزرعه تیمار شیب منفی جزئی در قسمت‌هایی از مزرعه وجود داشت، نیز مشاهده شده است. همچنین تغییر ابعاد قطعه آبیاری در کشت ذرت از طریق بهبود جریان آب در خاک و یکنواختی پخش آب بر افزایش عملکرد، بهره‌وری آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به مقدار ۳۷/۲، ۱۰۰، ۵۷/۸ و ۱۰۰ درصد شده است. در کشت کدو جهت تسهیل امر آبیاری و صرفه‌جویی متناسب با شرایط مزرعه در مواردی همچنین طول و عرض جوی و پشته‌ها با استفاده از نرم‌افزار winSRFR شبیه‌سازی و محاسبه شد که زمان جریان پیشروی مزرعه تیمار از طریق کاهش عرض نوار نسبت به مزرعه شاهد کاهش یافت. در مواردی که به روش کرتی آبیاری انجام می‌گرفت، نیز طول قطعه آبیاری مزرعه تیمار نسبت به شاهد را کاهش دادند و در نتیجه کاهش طول قطعه آبیاری زمان جریان پیشروی مزرعه تیمار نیز، با وجود یکنواخت بودن شیب هر دو مزرعه تیمار و شاهد، کاهش یافت. از این‌رو تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری در کشت کدو منجر به بیشترین اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری، افزایش بهره‌وری آبیاری و راندمان کاربرد آب به مقدار ۵۱/۳، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد شد. همچنین اعمال تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری بر افزایش کارایی مصرف آب به مقدار ۹۱ درصد اثربخش بوده است.

در کشت گندم، تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری با کاهش طول فارو انجام شد. با توجه به زیاد بودن طول مزارع گندم پیش-بینی می‌گردید که با کاهش طول، بتوان به راندمان کاربرد آب بالاتر دست یافت. مطابق اندازه‌گیری‌های پروفیل طولی کف تیمار و شاهد مزارع گندم، مقدار شیب به‌طور تقریبی یکنواخت بود. در نتیجه این امر، راندمان کاربرد آب به میزان ۳۱/۶ درصد افزایش یافت.



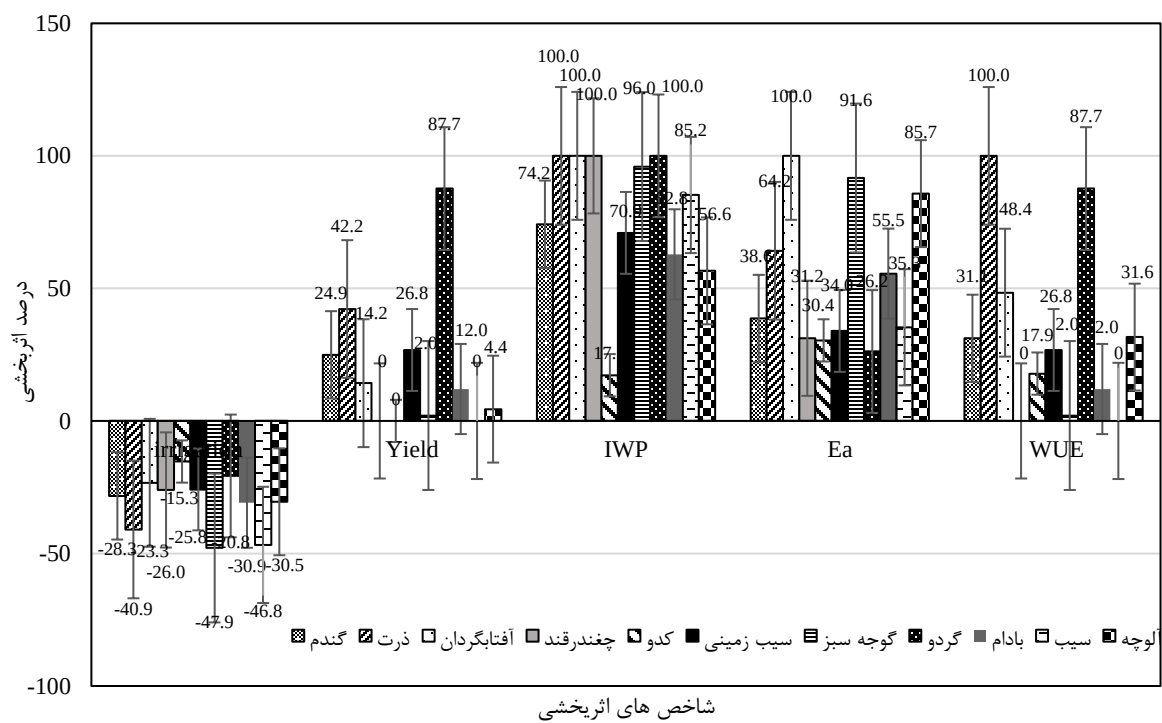
شکل ۸۲- اثربخشی تکنیک تغییر ابعاد قطعه آبیاری بر محصولات زراعی و باغی

در شکل ۸۳ نتایج ارزیابی اثربخشی تکنیک اصلاح آرایش کاشت بر محصولات گندم، ذرت، آفتابگردان، چغندر قند و کدو نشان داده شده است. با توجه به شکل ۸۳ بهترین اثربخشی تکنیک اصلاح آرایش کاشت در پارامترهای مورد ارزیابی در محصول کدو و ذرت مشاهده شد. البته در کشت کدو با وجود آنکه در عملکرد تیمار و شاهد تفاوتی مشاهده نشد، اما با کاهش ۵۱/۳ درصدی آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد، بهره‌وری آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب را به ترتیب ۱۰۰، ۹۱ و ۱۰۰ درصد نسبت به مزرعه شاهد افزایش داد. در حالی که در کشت ذرت علاوه بر این پارامترهای ذکر شده بر افزایش عملکرد نیز به میزان ۲۳/۵ درصد مؤثر بود.



شکل ۸۳- اثربخشی تکنیک اصلاح آرایش کاشت بر محصولات زراعی

در شکل ۸۴ نتایج ارزیابی اثربخشی تغییر روش آبیاری بر محصولات مختلف نشان داده شده است. در کشت گندم متناسب با شرایط مزرعه تغییر روش آبیاری از کرتی به نواری و فاروئی انجام شد. در باغ گردو متناسب با شرایط باغ تغییر روش آبیاری از غرقابی به نشتی حلقوی انجام شد. در کشت چغندر متناسب با شرایط مزرعه تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به آبیاری قطره‌ای انجام شد. در باغ بادام متناسب با شرایط باغ تغییر روش آبیاری از کرتی به فاروئی انجام شد. در باغ سیب متناسب با شرایط باغ تغییر روش آبیاری از غرقابی به نشتی حلقوی انجام شد. در مزرعه ذرت متناسب با شرایط مزرعه تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به آبیاری قطره‌ای انجام شد. همچنین در مزرعه کدو متناسب با شرایط مزرعه تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به آبیاری قطره‌ای انجام شد. در مزرعه آفتابگردان متناسب با شرایط مزرعه تغییر روش آبیاری از کرتی به آبیاری قطره‌ای انجام شد. در باغ آلوچه متناسب با شرایط باغ تغییر روش آبیاری از کرتی به فاروئی انجام شد. همچنین در باغ گوجه سبز متناسب با شرایط باغ تغییر روش آبیاری از کرتی به فاروئی انجام شد. در مزرعه سیب‌زمینی متناسب با شرایط مزرعه تغییر روش آبیاری از کرتی به جویچه‌ای انجام شد. با توجه به شکل ۸۴ بیشترین کاهش آبیاری در باغ گوجه‌سبز با تغییر روش آبیاری از کرتی به فاروئی با میزان ۴۷/۹ درصد اثربخشی حاصل شد.



شکل ۸۴- اثربخشی تکنیک تغییر روش آبیاری بر محصولات زراعی

فصل پنجم

جمع بندی

خلاصه‌ای از فعالیت دفتر حفاظت از تالاب‌های ایران تحت عنوان طرح «همکاری در احیای دریاچه‌ی ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی» طی دوره ۵ ساله در فازهای مختلف در جدول ۵ ارائه شده است. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌کنید فاز اول طرح تنها در استان آذربایجان غربی صورت گرفت که تنها ۶ نوع محصول مورد ارزیابی قرار گرفت؛ اما با گذشت دوره پنج ساله طرح در هردو استان آذربایجان غربی و شرقی پایلوت‌های اجرایی خود را برای محصولات مختلف گسترش داد که در انتهای دوره ۵ ساله ۱۷ نوع محصول مختلف میزان اثربخشی اعمال تکنیک‌های به‌زراعی در مزرعه با مشارکت کشاورز و شرکت‌های فنی و مهندسی زیر نظر دفتر حفاظت از تالاب‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که درج عدد صفر در جدول به معنای آن است که تغییری بین مزرعه تیمار و شاهد مشاهده نشده است. تغییرات کاهش آب‌آبیاری، تغییرات افزایش عملکرد و تغییرات افزایش بهره‌وری آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳ به ترتیب در شکل‌های ۸۵، ۸۶ و ۸۷ آورده شده است. با توجه به شکل ۸۵ تا ۸۷ بهترین اثربخشی بر روی کاهش آب‌آبیاری، افزایش عملکرد و بهره‌وری آب-آبیاری در سال پنجم ۱۳۹۷-۱۳۹۸ مشاهده شد. علاوه بر این، سال سوم زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ بامیزان ۲۹/۱ درصد اثربخشی بر کاهش آب‌آبیاری، سال دوم زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ بامیزان ۱۸/۹ درصد اثربخشی بر افزایش عملکرد و سال چهارم زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷ بامیزان ۵۴/۵ درصد اثربخشی بر افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری پس از سال پنجم زراعی دارای بیشترین اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی هستند. در شکل‌های ۸۸ تا ۹۰ تغییرات کاهش آب‌آبیاری، افزایش عملکرد محصولات و افزایش بهره‌وری آب‌آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی به تفکیک محصول در دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳ ارائه شده است. درج مقدار صفر در نمودارهای ۸۸ تا ۹۰ به معنای یکسان بودن مقدار عددی پارامتر موردنظر در مزرعه تیمار و شاهد است. ارزیابی ۵ سال فعالیت در پایلوت‌های استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی نشان داده

است که تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی انجام‌شده در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۶/۸، ۱۰/۵، ۴۸/۶، ۳۲/۷ و ۱۹/۸ درصد و در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی ترتیب به‌میزان ۲۷/۲، ۲۲، ۶۷/۶، ۳۷/۵ و ۲۴/۲ درصد اثربخش بوده است. بر همین اساس نتایج فعالیت‌ها در مجموع پایلوت‌های دو استان به‌ترتیب به‌میزان ۲۷، ۱۵/۵، ۵۶/۷، ۳۴/۸ و ۲۱/۷ مؤثر بوده است. نتایج ارزیابی اثربخشی اجرای تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مجموع پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی نشان می‌دهد که بیشترین کاهش آب‌آبیاری در سال پنجم با اثربخشی ۳۳/۲ درصد حاصل شده است. همچنین در سال پنجم با ۲۰/۲ درصد اثربخشی، افزایش عملکرد رشد بهتری نسبت به سال‌های زراعی دیگر داشته است. همانطور که در شکل ۸۶ ملاحظه می‌شود، درصد اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی بر افزایش عملکرد با درصد پایین‌تری نسبت به سال‌های دیگری مشاهده شد که علت آن با توجه به جدول ۵ با مساحت کل و درصد اثربخشی بر افزایش عملکرد محصولات پایلوت‌های استان آذربایجان غربی در ارتباط است. با توجه به جدول ۵ در سال زراعی سوم پروژه پایلوت-های استان آذربایجان غربی بیشترین سهم را مساحت کل تحت پوشش پروژه به خود اختصاص دادند که در عین حال در این پایلوت‌ها، عملکرد مزارع تیمار و شاهد در محصولات سیب درختی و گندم یکسان بود و در محصولات چغندر قند و ذرت تفاوت کمی با یکدیگر داشتند. همچنین مجموع مساحت مزارع سیب درختی و گندم بیشتر از سایر محصولات در استان آذربایجان غربی است. بهترین اثربخشی بر بهره‌وری آب‌آبیاری در سال پنجم به‌میزان ۸۰/۵ درصد به‌دست آمد. همچنین بیشترین اثربخشی بر راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۴۹/۵ و ۴۸/۴ درصد اثربخشی در سال پنجم حاصل شد.

مقایسه نتایج پنج محصول مشترک شامل زراعت‌های گندم، جو، سیب درختی، آلوچه و گوجه‌فرنگی در پایلوت‌های دو استان آذربایجان غربی و شرقی نشان می‌دهد، در زراعت گندم مجموع تکنیک‌های انجام‌شده در این پنج سال زراعی در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۷/۴، ۲۱/۹، ۶۷/۹، ۳۷/۱ و ۲۳/۴ درصد اثربخش بوده است و در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی این نتایج به‌ترتیب به‌میزان ۲۳/۵، ۶/۳، ۳۳/۲، ۲۱/۴ و ۹/۹ درصد اثربخش بوده است. نتایج برای مجموع پایلوت‌های زراعت گندم به‌ترتیب به‌میزان ۲۵/۲، ۱۲/۶، ۴۶/۹، ۲۷/۸ و ۱۵/۴ درصد مؤثر بوده است. نتایج برای زراعت جو در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌ترتیب به‌میزان ۱۱، ۳۰/۸، ۴۴، ۲۶/۵ و ۳۰/۲ درصد و در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۵/۲، ۲۴/۹، ۳۱/۸، ۲۷/۶ و ۴۵/۲ درصد مؤثر بوده است. در مجموع پایلوت‌های زراعت جو دو استان در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۷/۲، ۲۶/۸، ۳۵/۷، ۲۷/۲ و ۲۵/۶ درصد مؤثر بوده است.

در زراعت سیب درختی مجموع تکنیک‌های انجام‌شده در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری و راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۲/۶، ۰، ۴۶/۵، ۴۴/۷ و ۲۳/۳ درصد و در آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۲۳/۸، ۰/۸، ۴۸/۶، ۱۸/۶ و ۰/۸ درصد اثربخش بوده است. این اثربخشی برای مجموع پایلوت‌های زراعت سیب درختی دو استان به‌ترتیب به‌میزان ۲۶/۵، ۰/۵، ۴۸، ۲۵/۵ و ۶/۸ درصد بوده است. در زراعت گوجه‌فرنگی این نتایج در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌ترتیب به‌میزان ۳۱/۵، ۲۵/۷، ۸۲/۵، ۴۴/۲ و ۲۵/۷ درصد و در

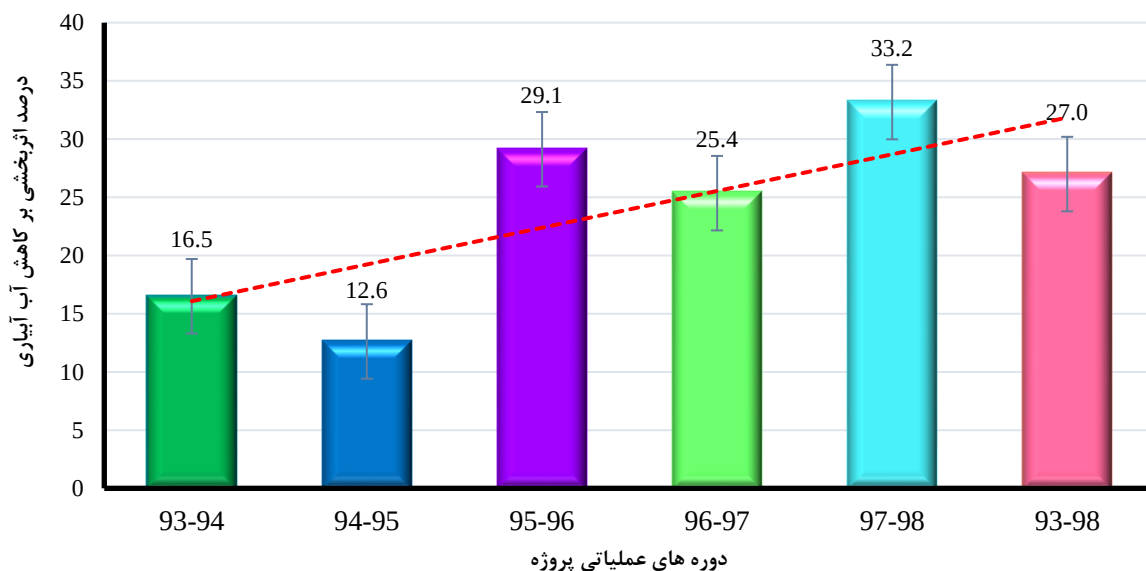
پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۳۹/۶، ۶/۳، ۸۰/۵، ۵۸/۸ و ۲۲/۳ درصد مؤثر بوده است. در مجموع پایلوت‌های زراعت گوجه‌فرنگی دو استان در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۳۴/۳، ۱۸/۹، ۸۱/۸، ۴۸/۹ و ۲۴/۵ درصد مؤثر بوده است. نتایج برای زراعت آلوچه در پایلوت‌های استان آذربایجان شرقی به‌ترتیب به‌میزان ۲۵/۲، ۱۱/۷، ۴۹/۳، ۳۵/۲ و ۱/۷ درصد و در پایلوت‌های استان آذربایجان غربی به‌ترتیب به‌میزان ۳۸/۵، ۰، ۷۶/۴، ۱۰۰ و ۵۸/۸ درصد مؤثر بوده است. در مجموع پایلوت‌های دو استان برای زراعت آلوچه در کاهش آب‌آبیاری و افزایش عملکرد، بهره‌وری آب‌آبیاری، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۲۹/۹، ۷/۶، ۵۷/۸، ۶۹/۱ و ۲۵/۶ درصد مؤثر بوده است.

اثربخشی تکنیک‌های مختلف در مزارع تیمار نشان داد تغییر تکنیک روش کاشت در محصولات چغندرقد، آفتابگردان، ذرت و گندم منجر به کاهش آب‌آبیاری شده است. برای مثال کاربرد ردیف‌کار برای کشت ذرت از طریق اصلاح ردیف‌های کاشت و ایجاد شرایط بهتر برای حرکت آب در مزرعه کاهش ۴۱/۷ درصدی آب‌آبیاری را در مزارع تیمار داشته است. کاهش آب‌آبیاری در مزارع گندم در نتیجه کاربرد ردیف کار ۱۹ درصد بوده است. در مزارع تیمار جو و سیب‌زمینی با اعمال خاک‌ورزی حفاظتی بذرها و غده‌ها در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد جوانه‌زنی و رشد و نمو بهتری داشتند. میزان آب‌آبیاری در مزارع سیب‌زمینی تا بیش از ۲۴ درصد کاهش نشان داد. مدیریت خاک‌ورزی در مزارع ذرت و گندم به‌ترتیب بیش از ۴۱ و ۲۲ درصد آب‌آبیاری را کاهش داد. تکنیک‌های آماده‌سازی بستر کشت از طریق تسطیح اراضی و کاربرد لولر در کلیه مزارع تیمار آب‌آبیاری را کاهش داد. این مقدار برای مزارع جو، چغندرقد، آفتابگردان، سیب‌زمینی و گندم به‌ترتیب ۱۱/۰، ۲۹/۱، ۲۳/۱، ۲۳/۵ و ۲۴/۶ درصد بود. آماده‌سازی بستر منجر به پخش یکنواخت‌تر آب در سطح مزرعه شده و در نتیجه آن یکنواختی رشد بهتری مورد انتظار است. اصلاح تاریخ کاشت در مزارع گندم تا ۲۰ درصد آب‌آبیاری را کاهش داد. ارزیابی تکنیک مدیریت آبیاری در محصولات زراعی و باغی نشان داد، اگرچه برنامه‌ریزی آبیاری بر عملکرد محصولات باغی اثر نداشته است، اما بهترین اثربخشی را در کاهش آب‌آبیاری، افزایش بهره‌وری آب، راندمان کاربرد آب و کارایی مصرف آب ایجاد کرد. تکنیک اصلاح آرایش کاشت در کدو و ذرت بیشترین اثر را بر کاهش آب‌آبیاری داشت و به‌ترتیب ۵۱/۳ و ۴۳/۷ درصد بود. نتایج پایش طی ۵ سال نشان داد کاربرد همه‌جانبه تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی برای دستیابی به اثربخشی حداکثر در مزارع الزامی است. بر همین اساس پیشنهاد می‌شود بسته‌های مدیریتی برای محصولات غالب در حوضه آبریز دریاچه ارومیه و مبتنی بر یافته‌های پایش و تجارب پژوهشی تدوین و در اختیار ترویج و شرکت‌های فنی و مهندسی قرار گیرد.

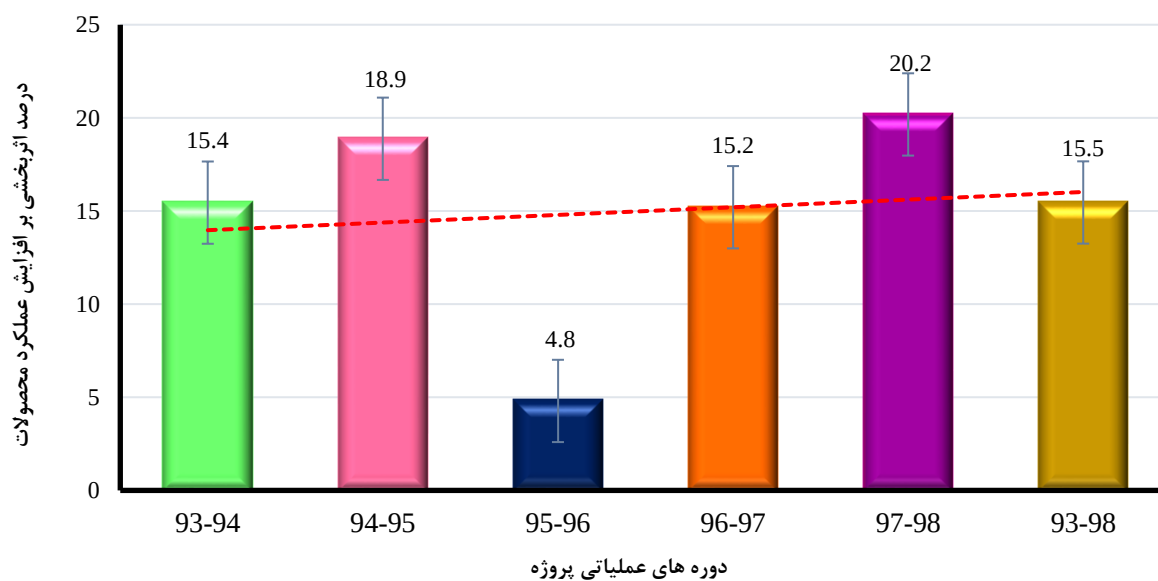
جدول ۵- خلاصه اقدامات طرح مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار در طی ۵ سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۸

گام	سال زراعی	استان	تعداد مزرعه	محصول	مساحت مزرعه پایش (هکتار)	کاهش آب‌آبیاری	افزایش عملکرد محصول	افزایش بهره‌وری آبیاری
						(درصد)		
فاز اول	۱۳۹۳-۱۳۹۴	آذربایجان غربی	۴	سیب درختی	۵/۱۱	۳/۶	۲	۵/۹
			۲	انگور	۰/۶۲	۱۲/۸	۱۸/۸	۳۶
			۲	گوجه‌فرنگی	۱	۱۰/۴	۳/۶	۱۵/۶
			۱۷	گندم	۱۶/۷	۲۲	۱۷/۹	۵۱
			۴	جو	۱/۶	۵/۲	۲۴/۹	۳۱/۸
			۴	چغندر قند	۵/۱۵	۱۷/۷	۱۴/۲	۳۸/۸
			۳۳	مجموع پابلوت‌ها	۳۰/۱۸	۱۶/۴	۱۵/۴	۳۸/۱
فاز دوم	۱۳۹۴-۱۳۹۵	آذربایجان شرقی	۲	سیب درختی	۰/۵	۲۶/۲	۰	۳۲/۷
			۲	گندم	۱/۶۳	۳۲/۲	۱۲/۱	۶۴/۴
			۲	جو	۰/۹۸	۱۱	۳۰/۸	۴۴
			۴	سیر	۰/۰۱۲	۰	۲۴/۴	۲۴/۳
			۶	مجموع پابلوت‌ها	۳/۱۲۲	۱۲/۶	۱۸/۹	۳۴/۹
			۴	سیب درختی	۳/۲۵	۵۴/۸	۰	۱۰۰
فاز سوم	۱۳۹۵-۱۳۹۶	آذربایجان غربی	۲۳	گندم	۲۵/۴۲	۱۸	۰	۲۱/۷
			۸	چغندر قند	۱۱/۵۲	۱۶/۹	۹	۳۱/۷
			۲	ذرت	۱/۹	۵۹/۶	۷	۱۰۰
			۴	گوجه‌فرنگی	۱/۳	۲۳	۲۸/۱	۶۳/۸
			۳۷	مجموع پابلوت‌ها	۴۳/۳۹	۳۵/۸	۴/۹	۴۱/۵
		آذربایجان شرقی	۲۲	گندم	۱۵/۶۲	۲۸	۵/۷	۴۷
			۲	سیر	۱/۱	۱/۴	۲۱/۶	۱۹/۹
			۲	گوجه‌فرنگی	۰/۳۷	۴۹/۲	۲۰	۱۰۰
			۸	سیب‌زمینی	۸/۰۵	۱۲/۹	۱۹/۷	۳۷/۶
			۴	گردو	۱/۵	۲۲/۷	۳۷	۷۷/۳
			۲	هویج	۱/۶۳	۱۴/۱	۲۳/۸	۴۴/۱
			۴۰	مجموع پابلوت‌ها	۲۵/۲۷	۲۴/۵	۱۲/۹	۴۹/۸
فاز چهارم	۱۳۹۶-۱۳۹۷	آذربایجان غربی	۳۹	گندم	۴۸/۲	۱۹/۶	۸/۹	۳۵/۵

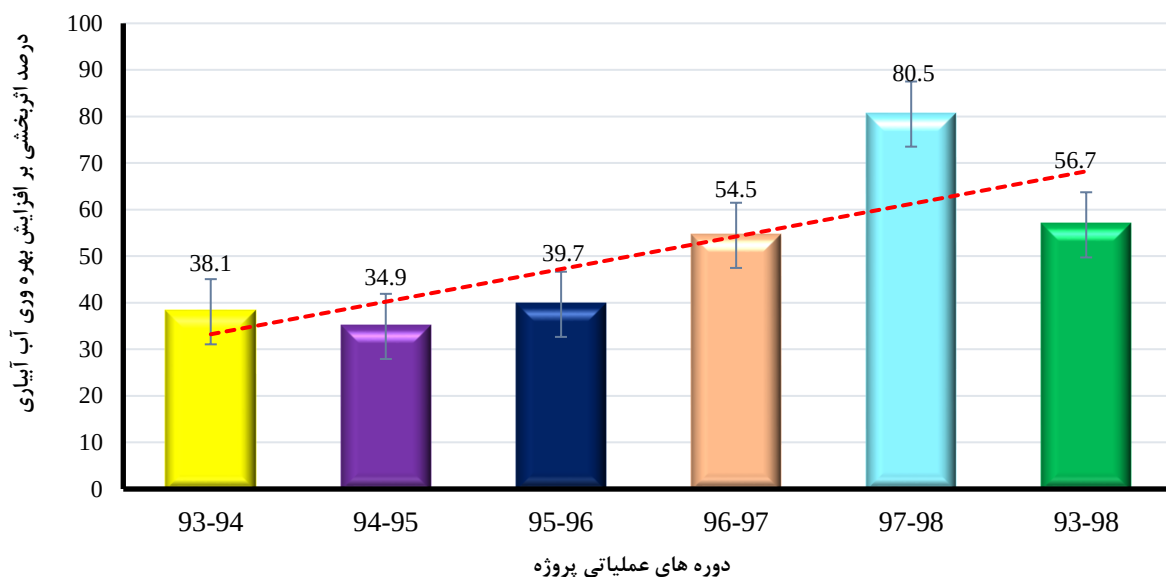
۳۶/۶	۶/۲	۲۲/۳	۱۵/۳	چغندر قند	۲					
۱۰۰	۰/۳	۶۵/۲	۱	گوجه فرنگی	۲					
۱۰۰	۰	۴۱/۷	۶	ذرت	۴					
۱۰۰	۰	۲۳	۲/۱	آفتابگردان	۴					
۴۰/۵	۷	۲۳/۸	۷۲/۶	مجموع پاپلوت‌ها	۵۱					
۷۶/۷	۳۲/۳	۲۵/۱	۱۳/۶۷	گندم	۳۶	آذربایجان شرقی				
۶۷	۲۷/۳	۲۳/۸	۲/۳	سیب زمینی	۴					
۶۲/۸	۱۲	۳۰/۹	۳/۳۱	بادام	۱۲					
۱۰۰	۰	۵۰/۳	۰/۸۲	گوجه سبز	۲					
۳۹	۹/۱	۲۱/۵	۰/۵	آلوچه	۲					
۷۲/۱	۲۵/۳	۲۷/۱	۲۰/۶	مجموع پاپلوت‌ها	۵۶					
۱۰۰	۰	۳۸/۵	۰/۳۹	آلوچه	۲	آذربایجان غربی	۱۳۹۷-۱۳۹۸	فاز پنجم		
۱۰۰	۰	۵۳/۹	۰/۳	شلیل	۲					
۱۰۰	۱۴/۲	۲۳/۳	۱/۱	آفتابگردان	۲					
۴۹/۷	۱۵/۸	۲۲/۶	۵۸/۶۳	گندم	۲۲					
۴۵/۷	۳/۳	۲۹/۱	۶/۶۱	چغندر قند	۴					
۱۰۰	۱۵/۵	۲۹/۵	۱/۷	گوجه فرنگی	۲					
۱۰۰	۳۷/۲	۴۴/۶	۱۳/۹۴	ذرت	۸					
۱۰۰	۰	۵۱/۳	۱/۷	کدو	۶					
۷۴/۱	۱۴/۴	۳۳/۸	۸۴/۳۷	مجموع پاپلوت‌ها	۶۰					
۷۷/۹	۲۳/۹	۳۰/۴	۱۰/۴۵	گندم	۲۲	آذربایجان شرقی				
۶۰/۳	۱۴/۳	۲۸/۷	۰/۲	آلوچه	۲					
۸۰	۲۶/۱	۲۹/۹	۰/۹۴۹	گوجه فرنگی	۶					
۸۷/۷	۳۱/۴	۳۰	۱/۵۶	سیب زمینی	۶					
۱۰۰	۳۳/۳	۳۸/۱	۱/۳	گردو	۲					
۹۳/۴	۳/۱	۴۶/۷	۰/۴۶	گوجه سبز	۴					
۱۰۰	۱۰۰	۲۷/۱	۱/۱	بادام	۲					
۶۱/۷	۰	۳۸/۴	۰/۳۲	سیب درختی	۲					
۸۷/۸	۲۶/۸	۳۲/۵	۱۶/۳۳۹	مجموع پاپلوت‌ها	۴۶					



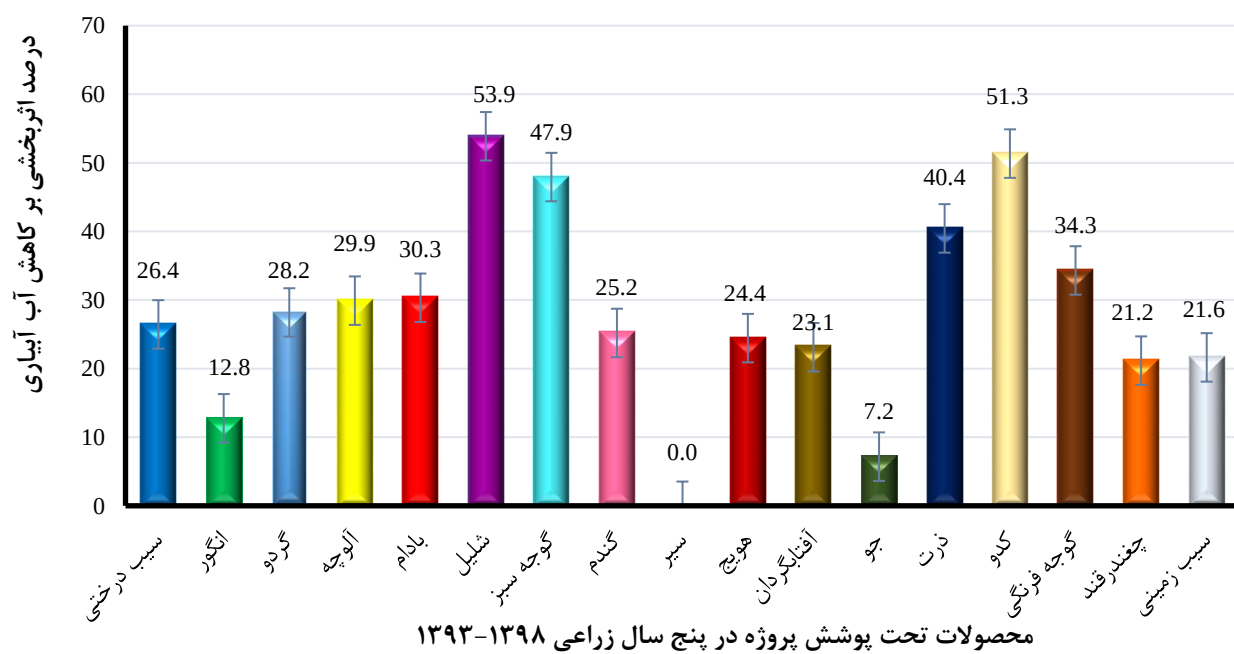
شکل ۸۵- تغییرات کاهش آب آبیاری مجموع پایلوت های طرح بر اثر انجام تکنیک های به زراعی در سال های زراعی مختلف و اثربخشی تکنیک های به زراعی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸



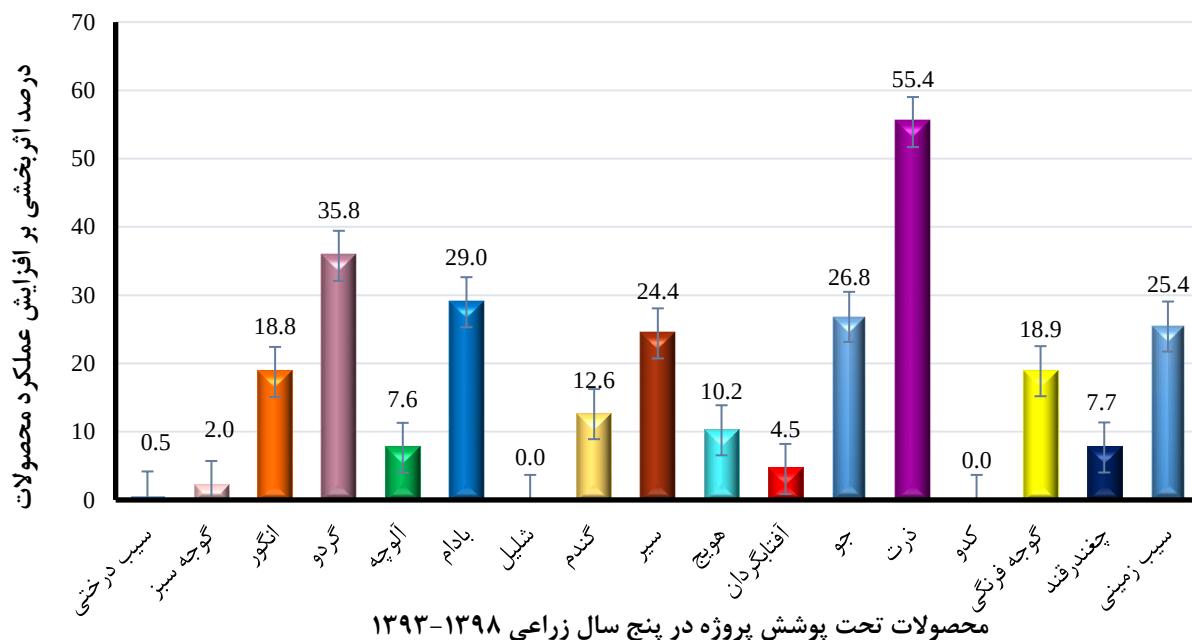
شکل ۸۶- تغییرات افزایش عملکرد محصولات مجموع پایلوت های طرح بر اثر انجام تکنیک های به زراعی در سال های زراعی مختلف و اثربخشی تکنیک های به زراعی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸



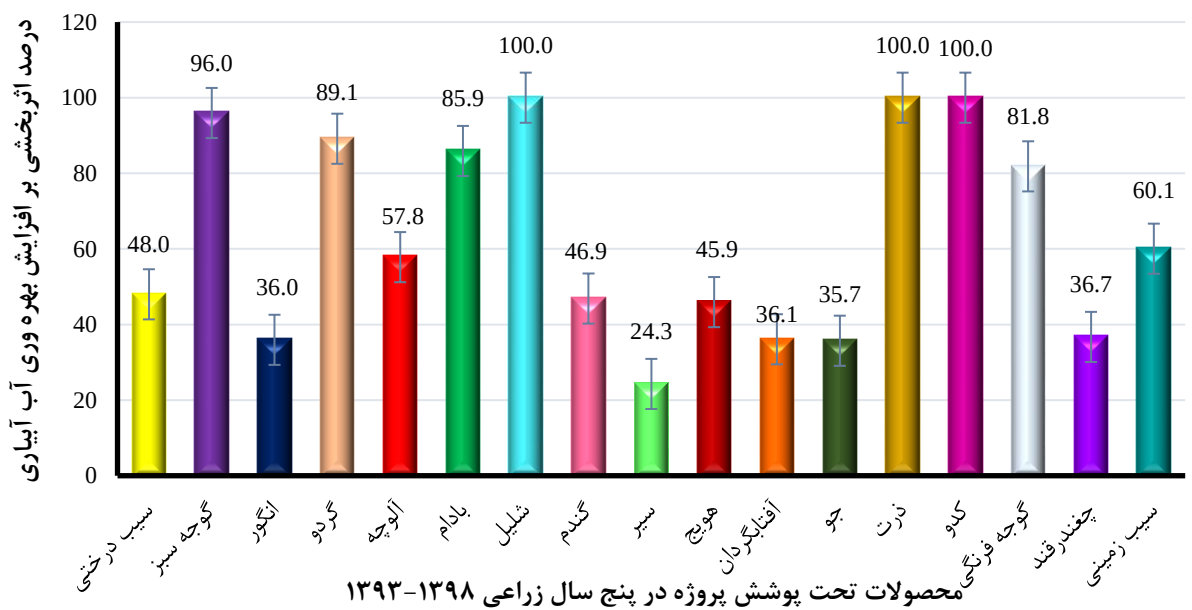
شکل ۸۷- تغییرات افزایش بهره‌وری آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در سال‌های زراعی مختلف و اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸



شکل ۸۸- تغییرات کاهش آب آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در محصولات مختلف در دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳



شکل ۸۹- تغییرات افزایش عملکرد مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در محصولات مختلف در دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۳



شکل ۹۰- تغییرات افزایش بهره‌وری آبیاری مجموع پایلوت‌های طرح بر اثر انجام تکنیک‌های به‌زراعی در محصولات مختلف در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۸

منابع

- توحیدیان‌فر، س.، و رضائی مقدم، ک. ۱۳۹۲. ارزیابی اثرات اقتصادی - زراعی طرح تسطیح لیزری در استان فارس. اقتصاد کشاورزی، ۷ (۱): ۸۵-۶۱.
- حبیبی اصل، ج.، و دهقان، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی پارامترهای فنی و زراعی روش‌های کاشت گندم با مقادیر مختلف بذر در جنوب خوزستان. ۱ (۲): ۴۶-۵۷.
- حقایقی مقدم، س.ا.، و فرزنام‌نیا، م. ۱۳۹۱. تأثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر شاخص‌های بهره‌وری آب، مطالعه موردی: دشت نیشابور. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۶ (۲): ۱۴۲-۱۲۹.
- دهقانیان، س.ا.، و افضل‌نیا، ص. ۱۳۹۷. بهره‌وری آب و عملکرد ذرت در تناوب با گندم در روش‌های مختلف آبیاری و خاک‌ورزی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲ (۱): ۲۸-۱۵.
- طالقانی، د. ف.ا.، و خیامیم، س. ۱۳۹۳. افزایش بازده آبیاری با تغییر آرایش کاشت چغندر قند. نشرآموزش کشاورزی. ۱۶ صفحه.
- قاسمی، ح.، محمدیان، ر.، و اسماعیلی، م. ع. ۱۳۹۵. اثر کود نیتروژن، آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت ریشه و شاخص‌های فیزیولوژیک رقم پارس در شرایط آبیاری قطره‌ای - نواری (*Beta vulgaris L.*) چغندر قند. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸ (۴): ۳۳۳-۳۱۹.
- مظاهری لقب، ح.ا.، صلواتی، س.، و محمودی، ر. ۱۳۹۰. عکس العمل عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) رقم آرمایورسکی به تاریخ و تراکم کاشت در شرایط دیم قروه کردستان. فنآوری تولیدات گیاهی. ۱۱ (۲): ۷۴-۶۳.
- نصراللهی، س.ن.ا.، مختاری، ح.، سیدین، م.س. ۱۳۹۲. فراتحلیل: رویکردی به تلفیق و ارزشیابی پژوهش‌های علم اطلاعات و دانش‌شناسی. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات. ۲۹ (۲): ۳۱۶-۲۹۳.
- نیکان‌فر، ر. و رضایی، ر. ۱۳۹۴. واکنش درخت‌های مسن انگور به تغییر روش آبیاری سطحی به قطره‌ای یا بابلر. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۶ (۲): ۱۷۰-۱۶۱.
- Barros, J. F. C., Del Carvalho, M. and Basch, G. 2004. Response of sunflower (*Helianthus annuus L.*) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 21 : 347 – 356 .
- Bautista, E., Schlegel, J.L., and Strelkoff, T.S. 2012. WinSRFR 4.1 - User Manual. USDA-ARS Arid Land Agricultural Research Center. 21881 N. Cardon Lane, Maricopa, AZ, USA.
- Brettle, A., Maden-Jenkins, M., Anderson, L., McNally, R., Pratchett, T., Tancock, J., ... & Webb, A. (2011). Evaluating clinical librarian services: a systematic review. *Health Information & Libraries Journal*, 28(1), 3-22.
- Cipriani, A., Barbui, C., Rizzo, C., & Salanti, G. (2012). What is a multiple treatments meta-analysis?. *Epidemiology and psychiatric sciences*, 21(2), 151-153.
- Fahong, W., Xuqing, W. and Sayre, K. 2004. Comparison of conventional, flood irrigated, flat planting with furrow irrigated, raised bed planting for winter wheat in China. *Field Crops Research*. 87 (1): 35-42.
- Gurevitch, J., and Hedges, L.V. 1999. Statistical issues in ecological MetaAnalysis. *Ecology*, 80: 1142–1149.

- Greenhalgh T. 2003. How to read a paper: Papers that summarise other papers (systematic reviews and meta-analyses). *Brit Med J.* 1997 Sep 13;315(7109):672-5.
- Glass, G.V. 1976. Primary, secondary and meta-analysis. *Educational Research*, 5, 5. Guillemin, J.P., and Chauvel, B. 2011. Effects of the seed weight and burial depth on the seed behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Weed Biol. Manag.*, 11: 217–223.
- Halvorson, A.D., C.A. Reule, and L.S. Murphy. 2000. No-tillage and N fertilization enhance soil carbon sequestration. *Fluid Journal*, 8(3): 8-11.
- Henderson LK, Craig JC, Willis NS, Tovey D, Webster AC. How to write a Cochrane systematic review. *Nephrology*. 2010 Sep;15(6):617-24.
- Huang, S., Zeng, Y., Wu, J. Shi, Q., and Pan, X. 2013. Effect of crop residue retention on rice yield in China: A meta-analysis. *Field Crops Res.*, 154: 188- 194.
- Hurwitz B, Greenhalgh T, Skultans V. Narrative research in health and illness. Malden, Mass.: BMJ Books; 2004.
- Lang TA, Secic M. How to report statistics in medicine : annotated guidelines for authors, editors, and reviewers. 2nd ed. New York: American College of Physicians; 2006.
- Linquist, B.A., Liu, L., van Kessel, C., and van Groenigen, K.J. 2013. Enhanced efficiency nitrogen fertilizers for rice systems: Meta-analysis of yield and nitrogen uptake. *Field Crops Res.*, 154: 246-254.
- Liberati A, Taricco M. How to do and report systematic reviews and meta-analysis. In Franchignoni F, editor. *Research in Physical & Rehabilitation Medicine*. Pavia: Maugeri Foundation Books; 2010, p. 137-164.
- Madden L. Introduction: What is metaanalysis and how is it used for evidence synthesis? *Phytopathology*. 2009 Jun;99(6):S161-S.
- Matthews, S., Noli, E., Demir, I., Khajeh-Hosseini, M., and Wagner, M.-H. 2012. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. *Seed Sci. Res.*, 22: S69–S73.
- Nicholson PJ. How to undertake a systematic review in an occupational setting. *Occup Environ Med.* 2007 May;64(5):353-8.
- Osenberg, C.W., Sarnelle, O., Cooper, S.D., and Holt, R.D. 1999. Resolving ecological questions through meta-analysis: goals, metrics, and models. *Ecology*. 80:1105–1117.
- Shannon S. Critical appraisal of systematic reviews. *Can Assoc Radiol J.* 2002 Oct;53(4):195-7.
- Strech, D., & Sofaer, N. (2012). How to write a systematic review of reasons. *Journal of Medical Ethics*, 38(2), 121-126.
- Taylor, A.G., and Salanenka, Y.A. 2012. Seed treatments: phytotoxicity amelioration and tracer uptake. *Seed Sci. Res.*, 22: S86–S90.
- Taghipour, S., Kananian, A., Harlov, D., & Oberhänsli, R. (2015). Kiruna-type iron oxide-apatite deposits, Bafq district, central Iran: Fluid-aided genesis of fluorapatite-monazite-xenotime assemblages. *The Canadian Mineralogist*, 53(3), 479-496.
- Urquhart, C. (2010). Systematic reviewing, meta-analysis and meta-synthesis for evidence-based library and information science. *Information Research*, 15(3), 15-3.
- Wang, L., Feng, Z., and Schjoerring, J.K. 2013. Effects of elevated atmospheric O₂ on physiology and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.): A meta-analytic test of current hypotheses. *Agric. Ecosys. Environ.*, 178: 57–63.
- Winterbottom, A., Bekker, H. L., Conner, M., & Mooney, A. (2008). Does narrative information bias individual's decision making? A systematic review. *Social science & medicine*, 67(12), 2079-2088.