نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۷، خرداد - تیر ۱۴۰۲، ص. ۳۰۳-۲۹۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 17, Jun.-Jul. 2023, p. 291-303

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی و انتخاب سامانه مناسب آبیاری گندم با روش فراتحلیل

علی قدمی فیروزآبادی*[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰

چکیده

با توجه به محدودیت منابع آبی کشور و خشک‌سالی در سال‌های گذشته، استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری به‌منظور استفاده بهینه از آب مصرفی و افزایش بهره‌وری آب رشد چشمگیری داشته و تحقیقات گسترده‌ای نیز در این ارتباط انجام شده است. لذا، نتایج مطالعات انجام شده در رابطه با سیستم‌های مختلف آبیاری، جمع‌آوری و با استفاده از روش متاآنالیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از نرم‌افزار OpenMEE برای بررسی اطلاعات استفاده شد. میزان اندازه اثر آب مصرفی در دو سامانه آبیاری قطره‌ای و بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی به‌ترتیب ۳/۴۹۸- و ۳/۴۵۸- تعیین شد، که با توجه به طبقه‌بندی کوهن، دارای اثربخشی زیاد می‌باشند. همچنین نتایج بررسی به روش متاآنالیز نشان داد که استفاده از دو سامانه آبیاری قطره‌ای و بارانی نسبت به روش آبیاری سطحی به‌ترتیب باعث کاهش میزان آب مصرفی به‌میزان ۲۱/۹ و ۲۳/۱ درصد شده است. هرچند تفاوت زیادی ازنظر میزان آب مصرفی دو سامانه آبیاری قطره‌ای و بارانی مشاهده نشد، ولی آبیاری قطره‌ای باعث افزایش عملکرد محصول نسبت به سامانه آبیاری سطحی شده بود.

سامانه آبیاری قطره‌ای نسبت به سامانه آبیاری سطحی از نظر افزایش عملکرد دارای اثربخشی زیادی (به میزان ۰/۹۱۴) بود، ولی اثر سامانه آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی بر میزان افزایش عملکرد غیرقابل ملاحظه بود. نتایج متاآنالیز نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای (نواری) و آبیاری بارانی به‌ترتیب باعث افزایش ۳۹/۴ و ۳۱/۱ درصدی در بهره‌وری آب نسبت به سامانه آبیاری سطحی آب در محصول گندم شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آب کاربردی، بهره‌وری آب، سامانه آبیاری، عملکرد محصول

مقدمه

رشد جمعیت و بالتبع آن نیاز به مواد غذایی بیشتر از یک‌طرف و وقوع خشک‌سالی‌های متعدد و مکرر در سال‌های گذشته و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی از طرف دیگر باعث شده است که وضعیت منابع آبی کشور ازجمله استان همدان با مشکل جدی مواجه شود. بطوریکه بیش از ۵۰ درصد دشت‌های کشور جزء مناطق ممنوعه بوده و در استان همدان سالانه به‌طور متوسط کاهش یک متری سطح منابع آب زیرزمینی اتفاق بیافتد. از طرفی سیستم‌های نوین آبیاری به‌منظور کاهش آب مصرفی و افزایش بهره‌وری آب در برخی محصولات و در خیلی از مناطق کشور توسعه یافته است. در سال‌های اخیر نیز در برخی مناطق از سامانه آبیاری قطره‌ای تیپ در زراعت گندم استفاده می‌شود ولی اختلاف نظرهایی در رابطه با تأثیر این سیستم بر عملکرد، بهره‌وری آب و آب مصرفی وجود دارد. لذا ضروری است تا با توجه به پژوهش‌های انجام شده، سیستم آبیاری مناسب در زراعت گندم با توجه به مطالعات انجام شده انتخاب و معرفی گردد. لذا از روش متا آنالیز برای تحلیل و جمع بندی مطالعات انجام شده استفاده شد. مؤثرترین شاخص‌ها در این پژوهش، مقدار مصرف آب، عملکرد و بهره‌وری آب بود. اصطلاح فراتحلیل (متاآنالیز) برای نخستین بار توسط گلاس در انجمن پژوهشی آموزشی آمریکا بکار برده شد (Glass, 1976). هدف متاآنالیز به دست آوردن اطلاعات بیشتر از اطلاعات موجود است که با روی‌هم 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

۱- دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
(* نویسنده مسئول: (Email: a.ghadami@areeo.ac.ir

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. روش فرا تحلیل (متاآنالیز) روشی برای مقایسه آماری نتایج از پژوهش‌های مستقل از هم در خصوص یک موضوع ویژه می‌باشد. می‌توان گفت فراتحلیل نوعی پژوهش درباره پژوهش‌های دیگر است که نتایج این پژوهش‌ها باهم مقایسه می‌شوند. جامعه آماری در این نوع پژوهش مجموعه پژوهش‌های قبلی اعم از منتشر شده یا منتشر نشده است. در زیر به برخی از تحقیقاتی که در این زمینه انجام شده، پرداخته شده است:

زاهدی و محمدی (۱۳۸۵) در بررسی فراتحلیل، نتیجه‌گیری نمودند که یکی از انواع پژوهش‌ها، فراتحلیل بوده و ضرورت این نوع از پژوهش‌ها زمانی آشکار می‌شود که پژوهش‌های متعددی در مورد یک سؤال پژوهشی خاص صورت گرفته باشد ولی نتایج آن‌ها با یکدیگر ناسازگار، متفاوت و گاهی متعارض باشد. در چنین وضعیتی اولین سؤالی که به ذهن صاحب‌نظران خطور می‌کند این است که به نتایج کدام یک از این پژوهش‌ها می‌توان اعتماد کرد و چرا بین آن‌ها تعارض و تفاوت وجود دارد. آن‌ها نتیجه‌گیری نمودند که فراتحلیل، پژوهشی درباره پژوهش‌های گذشته درباره یک موضوع خاص و یک سؤال پژوهشی مشترک برای پاسخگویی به سؤالات مطرح شده است. سؤالاتی که در عصر حاضر به دلیل وجود حجم انبوه و فزاینده پژوهش‌های انجام شده می‌تواند در هر حوزه عملی، ذهن پژوهشگران را به خود جلب نماید. کوچکی و همکاران (۱۳۹۶) در انجام فراتحلیل مصرف کود نیتروژن در تولید غلات گزارش که علی‌رغم سابقه طولانی انجام پژوهش در خصوص این موضوع، به دلیل پراکندگی و اختلاف موجود در نتایج آزمایش‌های مختلف، دستیابی به نتیجه‌گیری کلی دشوار است. آن‌ها برای غلبه بر این مشکل با استفاده از روش فراتحلیل اقدام به تلفیق و آنالیز مجدد یافته‌های آزمایش‌ها مستقل ۴۶ مقاله علمی- پژوهشی پرداخته و نتیجه‌گیری نمودند که با مصرف کود نیتروژنه میانگین عملکرد دانه گندم و ذرت به ترتیب ۲۴۷۷ و ۴۶۹۹ کیلوگرم افزایش یافته است. بر اساس این فراتحلیل حد بهینه کود نیتروژنه برای عملکرد دانه و ماده خشک به ترتیب ۷۵ تا ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. در حالیکه برای ذرت حداکثر عملکرد دانه ۵۰ تا ۱۰۰ و حداکثر ماده خشک در ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در هکتار حاصل می‌شود. ترک نژاد و همکاران (۱۳۸۵) در پژوهشی در اسلام‌آباد کرمانشاه، اثر سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی را در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر روی زراعت گندم بررسی کردند. نتایج نشان داد که بهره‌وری مصرف آب آبیاری در آبیاری قطره‌ای ۲/۵۷ و در آبیاری سطحی ۱/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود. مطالعه دیگری در شهر مشهد توسط کهنسال (۱۳۹۲) به‌منظور بررسی اثرات آبیاری قطره‌ای، بارانی کلاسیک و جویچه‌ای بر روی گندم انجام شد. نتایج مطالعه حاکی از مثبت بودن و دارای سود بودن استفاده از سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در زراعت گندم از راه افزایش سطح زیرکشت، افزایش عملکرد و کاهش هزینه‌ها بود. آزمایشی توسط دهقانیان و دسفال (۱۳۸۸) به‌منظور تعیین پتانسیل کارآیی مصرف آب ارقام گندم در روش‌های مختلف آبیاری (بارانی، قطره‌ای و سطحی) در شرایط اقلیمی مختلف کشور انجام شد. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که استفاده از روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری باعث افزایش کارایی مصرف آب آبیاری ارقام مورد بررسی به‌میزان ۱/۴۹ برابر و آبیاری بارانی کلاسیک باعث افزایش ۳۸ درصدی این صفت نسبت به آبیاری سطحی شد. در آزمایش معیری (۱۳۹۲) که پتانسیل کارآیی مصرف آب ارقام گندم در روش‌های مختلف آبیاری (بارانی، قطره‌ای و سطحی) در شرایط اقلیمی مختلف کشور بررسی کرد نشان داد که، سامانه‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای به‌طور متوسط باعث کاهش ۳۰ الی ۵۷ درصدی مصرف آب و افزایش حداقل ۴۰ درصدی کارآیی مصرف آب در ارقام مورد بررسی گردیده است. آبیاری قطره‌ای باعث صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش کارایی مصرف آب، کاهش خاک‌ورزی، افزایش کیفیت محصولات، افزایش عملکرد محصول و افزایش کارایی مصرف کودها می‌شود (Namara et al, 2005., Burney et al, 2009., Lodhi et al, 2013). ازنظر لتی و همکاران مزیت اقتصادی سامانه‌های آبیاری بستگی به مجموعه‌ای از عوامل دارد. علاوه بر هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه، تغییرپذیری هزینه‌های مدیریت مزرعه در ارتباط با سامانه‌های آبیاری بایستی در نظر گرفته شوند (Letty et al., 1990). لیو و همکاران به بررسی میزان آب مصرفی در خاک، میزان آب آبیاری، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب محصول گندم پرداختند(Liao et al., 2008) . آن‌ها بیان داشتند که برای حصول میزان عملکرد بالا تأمین رطوبت خاک در دو مرحله longation و شیری بسیار مهم است. آن‌ها گزارش کردند که با آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری کرتی عملکرد بالاتری با میزان آب مصرفی کمتری حصول خواهد شد. عرافا و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی واکنش عملکرد گیاه گندم به آبیاری قطره‌ای پرداختند (Arafa et al., 2009). نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که استفاده از آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۲۶/۶ درصدی عملکرد دانه گندم نسبت به روش آبیاری بارانی کلاسیک ثابت شد و میزان کارایی مصرف آب و میزان آب مصرفی به ترتیب ۴۳/۱۳ و ۷۵ درصد در روش آبیاری قطره‌ای افزایش یافت. سلیم و همکاران، سه رقم گندم را در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و آبیاری سطحی (جویچه‌ای) در کشور پاکستان مقایسه و گزارش کردند که آبیاری قطره¬ای ۱۶/۵۶ درصد مصرف آب کمتر، ۱۱/۵۶ درصد عملکرد دانه بیشتر و ۳۳/۳۶ درصد کارایی مصرف آب آبیاری بالاتری نسبت به آبیاری سطحی- جویچه‌ای داشت (Saleem et al, 2010). خرو و همکاران دریافتند که برنامه‌ریزی آبیاری قطره‌ای با صرفه‌جویی ۲۰ درصدی در آب مصرفی نسبت به آبیاری سطحی و آبیاری کامل بسیار مؤثرتر است.

عملکرد دانه در آبیاری قطره‌ای ۲۴ درصد بیشتر از تیمار آبیاری کامل و ۵۹ درصد بیشتر از تیمار آبیاری موجود (آبیاری طبق عرف منطقه) بود همچنین میزان کارایی مصرف حدود ۵۲ و ۲۸ درصد به‌ترتیب نسبت به آبیاری موجود و آبیاری کامل بهبود یافته بود (Kharrou et al, 2011). سانجی سینگ و همکاران در تحقیقی در هند به بررسی تأثیر آبیاری قطره‌ای روی عملکرد و میزان بهره‌وری مصرف آب گندم انجام داد. نتایج مطالعه آنها نشان داد که میزان صرفه‌جویی در مصرف آب حدود ۲۸/۴۲ در روش آبیاری قطره‌ای بیشتر از روش آبیاری کرتی شد، و میزان بهره‌وری مصرف آب در این روش نیز حدود ۲۴/۲۴ درصد در این روش بیشتر از روش آبیاری کرتی می‌باشد. هرچند روش آبیاری قطره‌ای باعث کاهش ۱۰/۸ درصدی در عملکرد دانه نسبت به روش آبیاری کرتی شده بود (Sanjay Singh et al., 2015). آن‌ها نتیجه گرفتند که سیستم آبیاری قطره‌ای به دلیل مدیریت بهتر آبیاری می‌تواند به‌عنوان گزینه مناسبی برای بهبود بهره‌وری مصرف آب در محصولاتی نظیر گندم بکار گرفته شود. ک . جها و همکاران، در مطالعه¬ای به بررسی اثر روش¬های مختلف آبیاری و برنامه آبیاری بر توسعه ریشه و جذب آب توسط ریشه گندم زمستانه در دو سال زراعی ۲۰۱۳-۲۰۱۴ و ۲۰۱۴-۲۰۱۵ در شمال چین پرداختند (K.jha et al., 2017). در این آزمایش از دو تیمار روش¬های آبیاری (آبیاری بارانی، آبیاری قطره¬ای و آبیاری غرقابی ((surface flooding) و برنامه‌ریزی آبیاری (۵۰، ۶۰ و ۷۰ درصد ظرفیت زراعی) استفاده گردید. نتایج نشان داد هر دو تیمار روش آبیاری و برنامه‌ریزی آبیاری بر توسعه ریشه و جذب آب توسط ریشه اثر داشته و بیشترین جذب آب توسط ریشه در آبیاری قطره‌ای سطحی اتفاق افتاده است و بیشترین تجمع ریشه در لایه‌های بالایی خاک مربوط به آبیاری قطره‌ای سطحی بوده است. نتایج مطالعه وانگ و همکاران در شمال چین نشان داد که روش آبیاری و سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری روی رشد گیاه و عملکرد دانه گندم داشت. میزان آب آبیاری تأثیر معنی‌داری روی ارتفاع گیاه, شاخص سطح برگ و عملکرد دانه گیاه در دو روش آبیاری داشت (Wang et al., 2013). آن‌ها بیان داشتند که آبیاری تیپ باعث افزایش میزان عملکرد محصول و کارایی مصرف آب گندم نسبت به روش آبیاری کرتی در شرایط کم آبیاری می‌شود. آن‌ها در نهایت بیان داشتند که بدون در نظر گرفتن سرمایه‌گذاری سیستم آبیاری، بیشترین بهره‌وری آب مربوط به سیستم آبیاری قطره‌ای و زمانی حاصل می‌شد که آبیاری زمانی که رطوبت خاک به ۵۰ تا ۶۰ درصد ظرفیت زراعی رسیده باشد، صورت می‌گرفت. ژو و همکاران با بررسی سیستم‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در چین، نشان دادند که آبیاری بارانی به دلیل مصرف بیشتر انرژی برای تأمین فشار موردنیاز سیستم، باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتری نسبت به روش آبیاری قطره‌ای می‌شود(Zoua et al., 2013). آنان برای مقابله با تغییر اقلیم و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و صرفه اقتصادی کاربرد روش آبیاری قطره‌ای را نسبت به سیستم آبیاری بارانی توصیه می‌کنند. ژنگ و همکاران روش فراتحلیل را برای بررسی عملکرد محصول ذرت در شرایط آبیاری و غیرآبیاری انجام دادند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که عمکرد ذرت در شرایط آبیاری ۳۰/۳۵ درصد بیشتر از شرایط غیرآبیاری بوده است(Zheng et al., 2019).

کوچکی (۱۳۹۲) در یک فراتحیل مصرف کود نیتروژن در تولید غلات در ایران را بررسی کردند. ایشان در این مطالعه از ۴۶ مقاله منتشر شده توسط محققان داخلی در رابطه با اثر کودهای نیتروژنه بر عملکرد غلات استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که عمکرد بیولوژیک در شرایط کاربرد کود نیتروژن نسبت به تیمار شاهد بدون کود افزایش داشت.

دلباز و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی اثربخشی سطوح مختلف کودی در کود آبیاری سطحی و قطره‌ای با استفاده از روش فراتحلیل نشان دادند که بیشترین میزان افزایش عملکرد محصول در سطح کودی ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده به دست آمد که تفاوت معنی داری با سطح کودی ۷۰ درصد نداشت.

رزجی و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه فراتحلیلی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در ایران بیان داشتند که اثر همه سطوح تنش خشکی بر عملکرد، نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند. نتایج نمودار انباشت تاثیر تنش خشکی بر عملکرد، ارتفاع و تعداد غوزه در پنبه نشان داد اکثر مطالعات در سمت چپ نمودار قرار گرفته‌اند که حاکی از تاثیر منفی تنش خشکی بر صفات مربوطه می‌باشد.

بهداد و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی تأثیرات تنش خشکی بر صفات زراعی گندم (Triticum aestivum L.) با استفاده از فراتحلیل نتایج نشان دادند که در تمامی شرایط مطالعه شده، تنش خشکی بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشته و سایر صفات شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت در رتبه‌های بعدی قرار دارند. تحلیل نتایج پژوهش‌ها ازنظر سوگیری و همگنی نشان می‌دهد که پژوهش‌های مربوط به تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همگنی پایینی دارند که حاکی از سوگرایی مطالعات است.

در رابطه با علم فراتحلیل یا متا آنالیز (Meta-Analysis) ، برخی محققان آن را، هنر ترکیب تحقیقات و تحلیل‌ها می‌نامند و در واقع روش کمی برای تلفیق نتایج تحقیقات مستقل و مشابه و ترکیب یافته‌های آن‌ها برای ارزیابی اثربخشی عمل آزمایشی است. این روش رویکردی واضح، بدون ابهام و نظام‌مند دارد و سعی می‌کند پی آمدهای سازگار با اهداف تحقیق را ایجاد نماید. گلاس واژه فراتحلیل

را برای اولین بار در سال ۱۹۷۶ به کار برد و از آن به‌عنوان یک فلسفه پژوهشی و روش‌شناسی یاد کرد (Gllas, 1976). البته سابقه عملی چنین کاری به سال ۱۹۰۴ و فعالیت علمی کارل پیرسون در حوزه اطلاعات پزشکی بر می‌گردد. به زعم گلاس، داده‌های مطالعات پیشین به‌عنوان واحد تجربی در یک مطالعه جامع محسوب می‌شود و اندازه اثر یا رابطه به‌عنوان داده‌های این مطالعه قابل‌استفاده است. فراتحلیل با استفاده از روش‌های آماری مناسب به تجمیع نتایج مطالعات مرتبط با یک موضوع خاص می‌پردازد. این روش در علوم کشاورزی روش نسبتاً جدیدی است که کمتر به آن پرداخته شده است (Rotundo and Westgate, 2009). به‌طور خلاصه می‌توان گفت که فراتحلیل یک روش کمی و عینی برای ترکیب نتایج مطالعات انجام شده در یک موضوع خاص است. مطالعات گسترده‌ای در داخل و خارج کشور، در ارتباط با اثر سامانه‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب محصولات زراعی و باغی انجام شده است که جمع‌بندی و ترکیب نتایج این مطالعات ضروری به‌نظر می‌رسد. لذا، این پژوهش به ارزیابی اثر سامانه‌های مختلف آبیاری بر شاخص عملکرد، آب مصرفی و بهره‌وری آب محصول گندم با استفاده از فراتحلیل انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای بررسی و انتخاب سامانه مناسب آبیاری گندم با استفاده از روش فراتحلیل، نیاز به نتایج مطالعات انجام شده در رابطه با عملکرد محصول، آب مصرفی و بهره‌وری آب گندم در سامانه‌های مختلف آبیاری در مطالعات انجام شده بود. برای دریافت مقالات، گزارش‌های نهایی و پایان‌نامه‌های دانشجویی به‌منظور انجام فراتحلیل، استراتژی جستجو بر روی پایگاه‌های اطلاعاتی Web of science، Scopus، Google Scholar و پایگاه‌های داخلی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، پایگاه استنادی علوم جهان اسلام و پایگاه اطلاعات علمی ایران (ایران داک) انجام شد. استراتژی جستجو بر اساس کلمات کلیدی "سامانه‌های آبیاری (Irrigation system)" شامل آبیاری سطحی، قطره‌ای و بارانی، " آب کاربردی (Applied Water)"، "عملکرد یا (yield) " بهره‌وری یا کارایی آب(Productivity یا Efficiency)" و " گندم (Wheat)" طراحی شدند. از این پایگاه‌های مورد مطالعه، در مجموع حدود ۴۳۰۲ مقاله خارج شد. که در نهایت ۳۴ مورد شرایط ورود به فراتحلیل را داشت. این مطالعات علاوه بر سامانه آبیاری تحت‌فشار شامل سامانه آبیاری سطحی بودند که بتوان اندازه اثر را محاسبه نمود. جزئیات این مطالعات در جدول ۱ آمده است. پس از استخراج داده‌های موردنیاز در مطالعات صورت گرفته در مجموع، حدود ۲۴ مورد مقایسه انجام شد.

جدول ۱: ورودی‌های فرا تحلیل

شماره	منبع	سامانه آبیاری	عملکرد	آب مصرفی	بهره‌وری آب	تعداد داده استخراج شده	کشور
۱-	افضلی نیا (۱۳۹۵)	✓	✓	✓	✓	۱۸	ایران
۲-	قدمی و همکاران (۱۳۹۶)	✓	✓	✓	✓	۱۸	ایران
۴	دهقانیان (۱۳۸۸)	✓	✓	✓	✓	۲۴	ایران
۵	ترک نژاد (۱۳۸۵)	✓	✓	✓	✓	۶	ایران
۶	معیری (۱۳۹۲)	✓	✓	✓	✓	۲۷	ایران (دزفول)
۷	معیری (۱۳۹۲)	✓	✓	✓	✓	۱۸	ایران (داراب)
۸	باغانی و همکاران (۱۳۹۸)	✓	✓	✓	✓	۴	ایران (مشهد)
۹	باغانی و همکاران (۱۳۹۸)	✓	✓	✓	✓	۴	ایران (کرمان)
۱۰	باغانی و همکاران (۱۳۹۸)	✓	✓	✓	✓	۲	ایران (آذربایجان)
۱۱	باغانی و همکاران (۱۳۹۸)	✓	✓	✓	✓	۲	ایران (فارس)
۱۲	صفرزاده و همکاران (۱۳۹۹)	✓	✓	✓	✓	۶	ایران (خرم آباد)
۱۳	لیو و همکاران(۲۰۰۸)	✓	✓	✓	✓	۹	چین
۱۴	خارو و همکاران (۲۰۱۱)	✓	✓	✓	✓	۴	مراکش
۱۵	سانچی سینگ و همکاران (۲۰۱۵)	✓	✓	✓	✓	۶	هند
۱۶	قدمی فیروزآبادی و همکاران (۲۰۲۱)	✓	✓	✓	✓	۵	ایران (همدان)
۱۷	اکبری و همکاران (۱۳۹۸)	✓	✓	✓	✓	۷۸	ایران
۱۸	باغانی و همکاران (۱۳۹۸)	✓	✓	✓	✓	۹۹	ایران
۱۹	افشار و همکاران (۱۳۹۹)	✓	✓	✓	✓	۸	ایران

بعد از جمع‌آوری داده‌ها، اندازه اثر با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (Osenberg et al, 1999. & Gurevitch and Hedges, 1999). برای مقایسه آن‌ها حدود اطمینان حول میانگین‌ها تعیین شد. برای انجام این محاسبات میانگین، انحراف معیار و اندازه نمونه (تعداد تکرار) تیمار به ترتیب Xe، SDe، ne و میانگین، انحراف معیار و اندازه نمونه (تعداد تکرار) تیمار شاهد به‌ترتیب Xc، SDc، nc در نظر گرفته شد که همه این پارامترها توسط نرم‌افزار انجام شد.

$$R=\frac{\bar{x}e}{\bar{x}c} \quad (۱)$$

اندازه اثر (R): عبارتست از نسبت میانگین تیمار نسبت به میانگین شاهد

در جاهائی که توزیع پیامد نرمال نباشد (میانگین‌ها با هم فاصله زیادی داشته باشند) یا مقادیر واریانس نزدیک به هم نباشند. از لگاریتم نسبت استفاده می‌شود (رابطه ۲). زیرا لگاریتم این نسبت به‌طور مساوی تحت تأثیر تغییرات صورت و مخرج کسر قرار می‌گیرد. همچنین لگاریتم این نسبت معمولا نرمال خواهد بود، که در این حالت خط خنثی روی عدد یک است. سایر موارد بر اساس فرمول‌های ۲ تا ۵ محاسبه شد.

$$\ln(R)=\ln\frac{\bar{x}_e}{\bar{x}_c} \quad (۲)$$

$$W=\frac{n}{y} \quad (۳)$$

$$\bar{R}=\frac{\sum_{i=1}^{k}(R_i*w_i)}{\sum_{i=1}^{k}w_i} \quad (۴)$$

$$Ln(\bar{R})=\frac{\sum_{i=1}^{k}(\mathrm{Ln}R_i*w_i)}{\sum_{i=1}^{k}w_i} \quad (۵)$$

که در فرمول‌های فوق R اندازه اثر، w وزن هر اندازه اثر، n برابر با تعداد تکرار اندازه‌گیری‌ها و y برابر با تعداد سال‌های اندازه‌گیری است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارOpenMEE استفاده شد. پارامتر تفاضل میانگین استاندارد[1] شده (شاخص کوهن) که از شاخص‌های مهم اندازه اثر است در مقایسه بین تیمارهای مورد مطالعه و تیمار کنترل استفاده شد (Cohen, 1998).

$$Cohen's\ d=\frac{M_1-M_2}{SD_{pooled}} \quad (۶)$$

که در این معادله، M_1 و M_2 به‌ترتیب میانگین پارامتر مورد مطالعه در تیمار آزمایش و تیمار کنترل و SD_{Pooled}، انحراف معیار ترکیب شده (معادله۷) می‌باشد (Cohen, 1998).

$$SD_{pooled}=\sqrt{\frac{{SD_1}^2+{SD_2}^2}{2}} \quad (۷)$$

که در این معادله SD_1 و SD_2 به‌ترتیب انحراف معیار گروه آزمایش و کنترل می‌باشد.

بهترین راه برای مقایسه مطالعه‌های مختلف، استفاده از میانگین اثر آن‌ها است. هرچند در تخمین اندازه اثر آزمایش‌های مختلف، دقت‌های (اشتباه معیار) متفاوتی وجود دارد. بنابراین قبل از فراتحلیل، باید به داده‌ها وزن داده شود به این ترتیب مطالعاتی که دقت آزمایشی بالاتری دارند وزن بیشتری خواهند داشت که موجب افزایش دقت اندازه اثر تخمین زده خواهد شد. میانگین وزن‌دهی از رابطه ۸ محاسبه شد.

$$WSMD_{\mathrm{overall}}=\frac{\sum \mathrm{w_i}\times \mathrm{SMD}}{\sum \mathrm{w_i}} \quad (۸)$$

وزن داده شده به هر مطالعه (w_i) با معکوس کردن واریانس محاسبه شد (رابطه۹).

$$W_i=\frac{1}{\mathrm{var}_i}=\frac{1}{SD_i^2} \quad (۹)$$

حدود اطمینان از معادله ۱۰ محاسبه شد.

$$95\%\ CI=WSMD\pm 1.96\times\sqrt{var_{overall}} \quad (۱۰)$$

$$var_{overall}=\frac{1}{\sum w_i} \quad (۱۱)$$

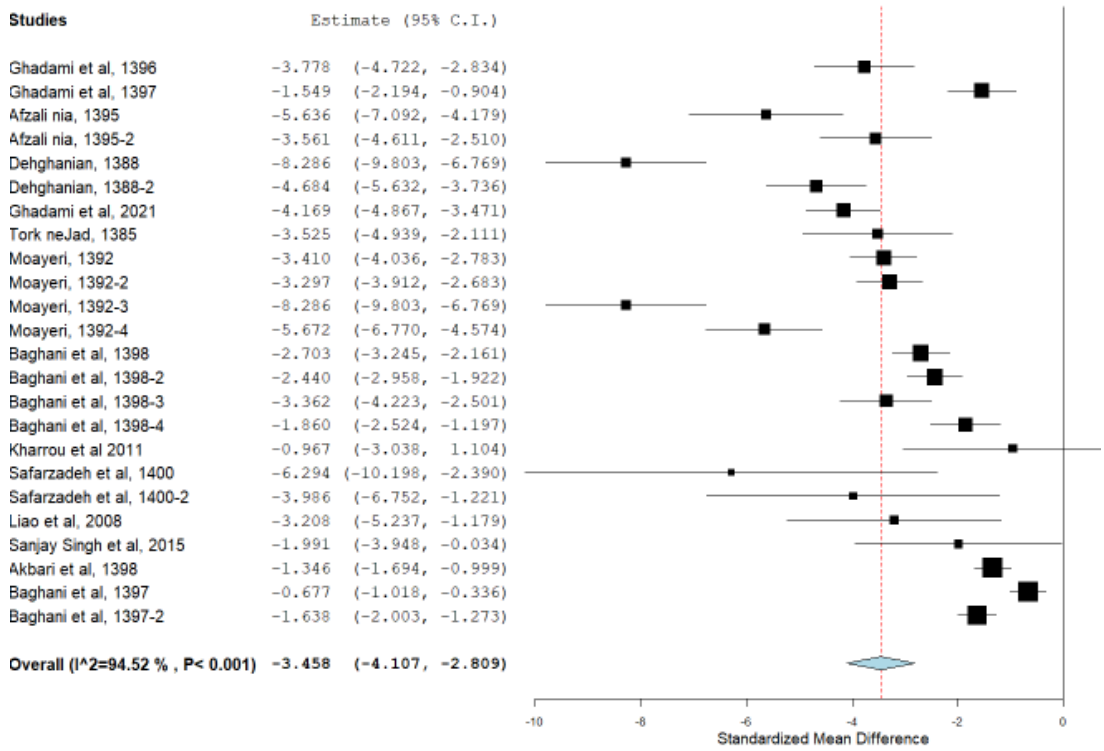
به‌منظور انجام سوگیری انتشار[2] از آزمون بگ و مازومدار (Begg and Mazumdar, 1994) و اگر و همکاران (Egger et al., 1997) استفاده شد.

نتایج و بحث

پس از استخراج داده‌های موردنیاز در مطالعات صورت گرفته در مجموع، حدود ۲۴ مقایسه انجام شد. که در آن‌ها میزان آب مصرفی، عملکرد و بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی محاسبه شد. نتایج بررسی حجم آب مصرفی در سامانه‌های نوین آبیاری (بارانی و قطره‌ای) نسبت به سامانه آبیاری سطحی در محصول گندم توسط نرم‌افزار OpenMEE در شکل ۱ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، حاصل ترکیب مطالعات مختلف نشان داده است که میزان مقدار اثر کلی دو سامانه منفی و برابر با ۳/۴۵۸- بود که نشاندهنده این است که پیامد ما کاهشی است، یعنی در مجموع استفاده از این سامانه‌ها نسبت به سامانه آبیاری سطحی باعث کاهش آب مصرفی شده است و چون قدرمطلق آن از میزان ۰/۸ خیلی بیشتر است بر اساس طبقه‌بندی کوهن، میزان اثربخشی آن زیاد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که لوزی خط خنثی را قطع نکرده است بنابراین نتیجه کاهش آب مصرفی در این سامانه‌ها قطعی است.

1 The standardized mean difference (SMD)

2- Bias



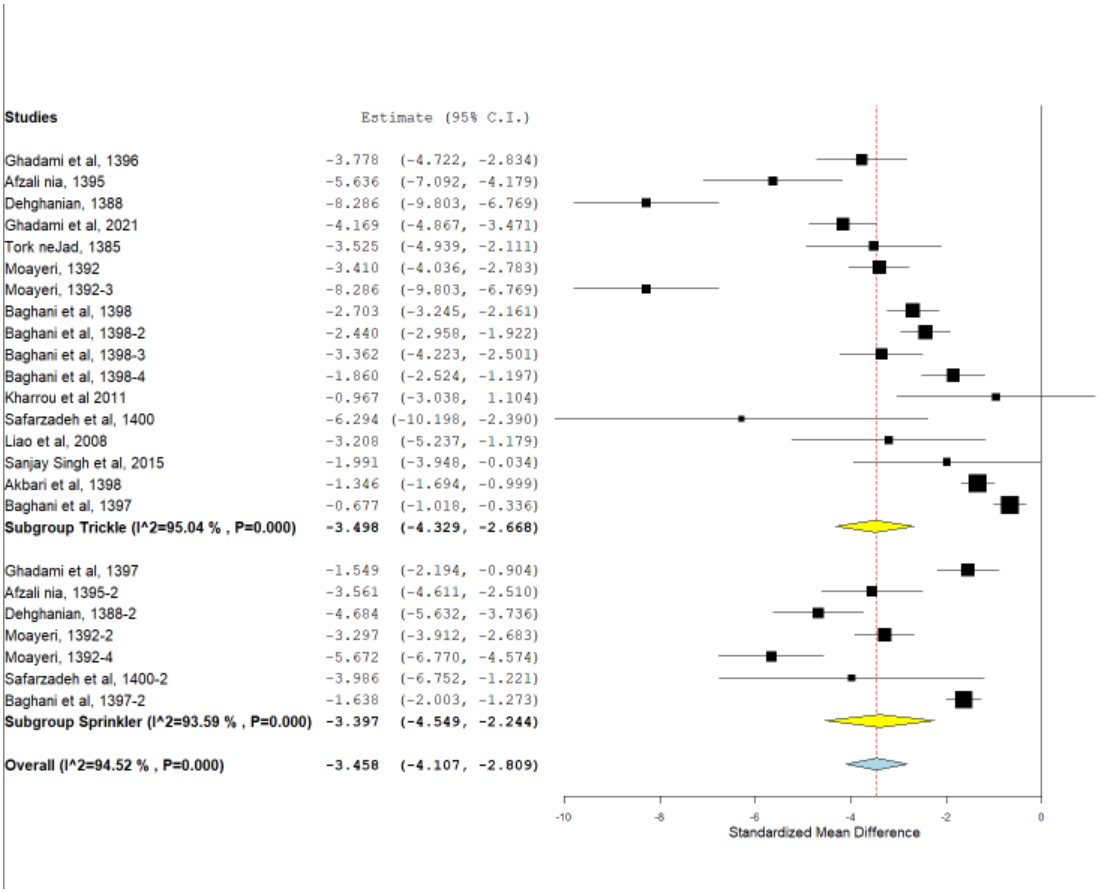
شکل ۱: نمودار انباشت مقایسه حجم آب مصرفی در سامانه آبیاری تحت‌فشار نسبت به آبیاری سطحی

مقایسه میزان آب مصرفی در دو سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای (زیرگروه‌ها) نسبت به سامانه آبیاری سطحی با استفاده از نرم‌افزار OpenMee نیز حاکی از اثر کاهشی این دو سامانه در میزان آب مصرفی این دو سامانه نسبت به سامانه آبیاری سطحی بود (شکل ۲). همان‌طور که در شکل ۲ و جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان اندازه اثر سامانه آبیاری قطره‌ای و بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی، به‌ترتیب ۳/۴۹۸- و ۳/۴۵۸- نسبت به سامانه آبیاری سطحی بود که با توجه به طبقه‌بندی کوهن، دارای اثربخشی زیاد می‌باشند. و این دو سامانه تقریبا به یک اندازه، میزان آب مصرفی را کاهش داده‌اند. همچنین لوزی مربوط به ترکیب مطالعات قطره‌ای، بارانی و لوزی ترکیب (دو روش آبیاری) خط خنثی را قطع نکرده است، بنابراین نتیجه قطعی است. همچنین نتایج جدول۲ (مقدار p) نیز نشان داده است که کاهش میزان آب مصرفی در دو سامانه آبیاری قطره‌ای و بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی به‌طور قطعی کاهشی بوده است. بنابراین ازنظر میزان آب مصرفی، این دو سامانه نسبت به سامانه آبیاری سطحی سبب کاهش میزان آب مصرفی شده‌اند.

احتمال وجود سوگرائی با استفاده از روش بگ با استفاده از نرم‌افزار Stata مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج بررسی به روش بگ احتمال وجود سوگرائی انتشار در مطالعات در سطح احتمال ۵ درصد (میزان p برابر با ۰/۰۹۷) را تائید نکرد (جدول ۳).

جدول ۲: اندازه اثر روش‌های آبیاری تحت‌فشار، نسبت به روش آبیاری سطحی ازنظر میزان آب مصرفی

روش آبیاری	گروه کنترل	اندازه اثر	حد بالا	حد پایین	خطای استاندارد(SE)	P-value
قطره‌ای	آبیاری سطحی	-۳/۴۹۸	-۲/۶۶۸	-۴/۳۲۹	۰/۴۲۴	۰/۰۰
بارانی	آبیاری سطحی	-۳/۳۹۷	-۲/۲۴۴	-۴/۵۴۹	۰/۵۸۸	۰/۰۰
کل	ترکیب کلی	-۳/۴۵۸	-۲/۸۰۹	-۴/۱۰۷	۰/۳۳۱	۰/۰۰



شکل۲: نمودار انباشت مقایسه حجم آب مصرفی در دو سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای نسبت به سیستم آبیاری سطحی

جدول ۳: نتایج بررسی آزمون بگ در حجم آب مصرفی

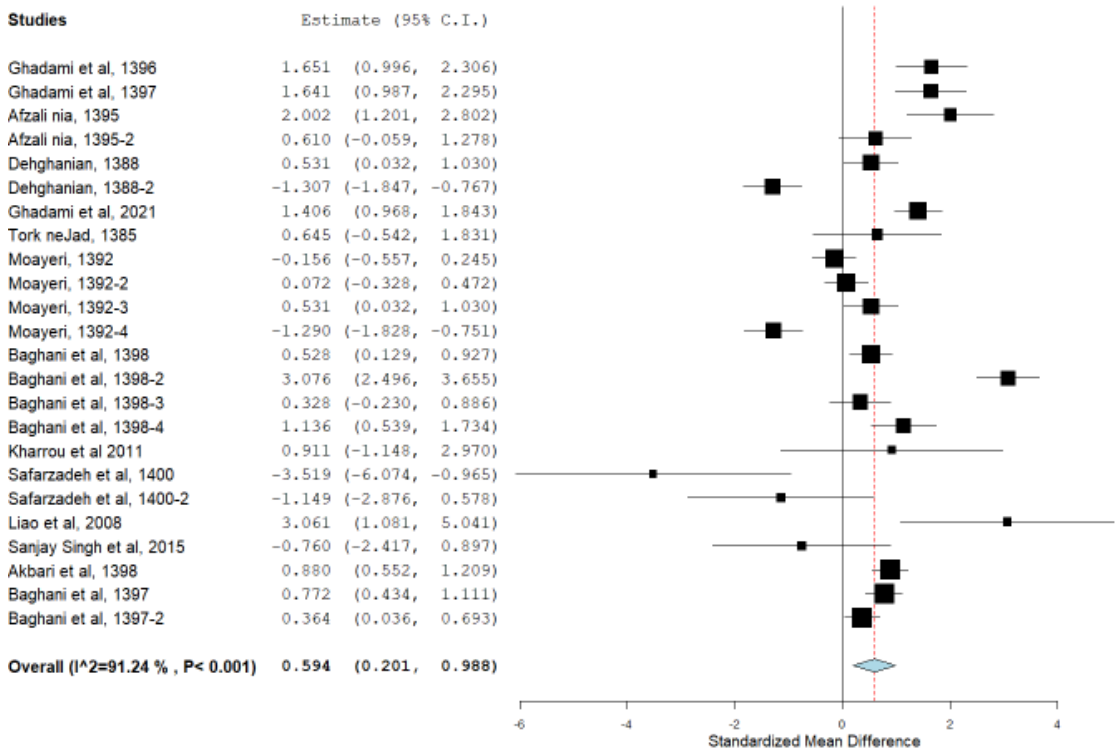
پارامتر	مقدار
تعداد مطالعات	۲۴
Z	-۱/۶۶
Pr > |z|	۰/۰۹۷

همچنین نتایج این مطالعات نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای (نواری) و روش آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی، به‌ترتیب باعث کاهش ۲۱/۹ و ۲۳/۱ درصدی در مصرف آب شده‌اند (شکل ۶). که با نتایج خرو و همکاران (۲۰۱۱)، سینگ و همکاران (۲۰۱۵) و قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۶) همخوانی دارد.

عملکرد محصول

نتایج بررسی مطالعات مختلف بر روی عملکرد محصول به روش متاآنالیز، در شکل ۳ نشان داده شده است، حاصل ترکیب این مطالعات نشان داد که میزان مقدار ترکیب (اندازه اثر آن‌ها) برابر با ۰/۵۹۴ بود که نشاندهنده این است که پیامد ما افزایشی است، یعنی در مجموع استفاده از این سامانه‌ها نسبت به سامانه آبیاری سطحی باعث افزایش عملکرد محصول گندم شده است و چون قدرمطلق آن حدود ۰/۶ است، بنابراین بر اساس طبقه‌بندی کوهن، میزان اثربخشی آن متوسط است. همچنین نتایج نشان داد که لوزی خط خنثی را قطع نکرده است بنابراین تفاوت معنی‌دار و نتیجه قطعی است.

نتایج بررسی تأثیر دو سامانه نوین آبیاری (بارانی و قطره‌ای به‌صورت جداگانه) نسبت به سامانه آبیاری سطحی بر میزان عملکرد محصول توسط نرم‌افزار OpenMEE در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، حاصل ترکیب مطالعات مختلف در سامانه آبیاری قطره‌ای نشان داد که میزان مقدار اثر این سامانه، ۰/۹۱۴ است بنابراین اثر این سامانه افزایشی و بر اساس تقسیم‌بندی کوهن، دارای اثربخشی قوی (بیشتر از ۰/۸) است. ولی اثر ترکیبی سامانه آبیاری بارانی بر روی عملکرد برابر با ۰/۰۹۶- است و چون قدر مطلق این مقدار کمتر از ۰/۲ می‌باشد بنابراین اثر سامانه آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی ازنظر عملکرد محصول ناچیز و قابل صرف‌نظر کردن است (جدول ۴).



شکل ۳: نمودار انباشت مقایسه میزان عملکرد محصول در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار نسبت به آبیاری سطحی

جدول ٤: اندازه اثر روش‌های آبیاری تحت‌فشار، نسبت به روش آبیاری سطحی ازنظر میزان عملکرد محصول

روش آبیاری	گروه کنترل	اندازه اثر	حد بالا	حد پایین	خطای استاندارد(SE)	P-value
قطره‌ای	آبیاری سطحی	۰/۹۱۴	۱/۳۲۹	۰/۵	۰/۲۱۱	۰/۰۰۱
بارانی	آبیاری سطحی	-۰/۰۹۶	۰/۶۴۹	-۰/۸۴۲	۰/۳۸	۰/۸
کل	ترکیب کلی	۰/۵۹۴	۰/۹۸۸	۰/۲۰۱	۰/۲۰۱	۰/۰۰۳

جدول ٥: نتایج بررسی آزمون بگ (عملکرد محصول)

پارامتر	مقدار
تعداد مطالعات	۲۴
Z	۰/۳۷
Pr > |z|	۰/۷۱

جدول ٦: نتایج بررسی آزمون اگر بر میزان آب مصرفی

اثر مطالعه	ضریب	خطای استاندارد	t	P > |t|	محدوده اطمینان ۹۵ درصد	
شیب	۰/۵۲۳	۰/۴۱۳	۱/۲۷	۰/۲۱۸	-۰/۳۳۳	۱/۳۷۹
سوگرائی	۰/۲۲۹	۱/۵۲	۰/۱۵	۰/۸۸۲	-۲/۹۲۳	۳/۳۸۱

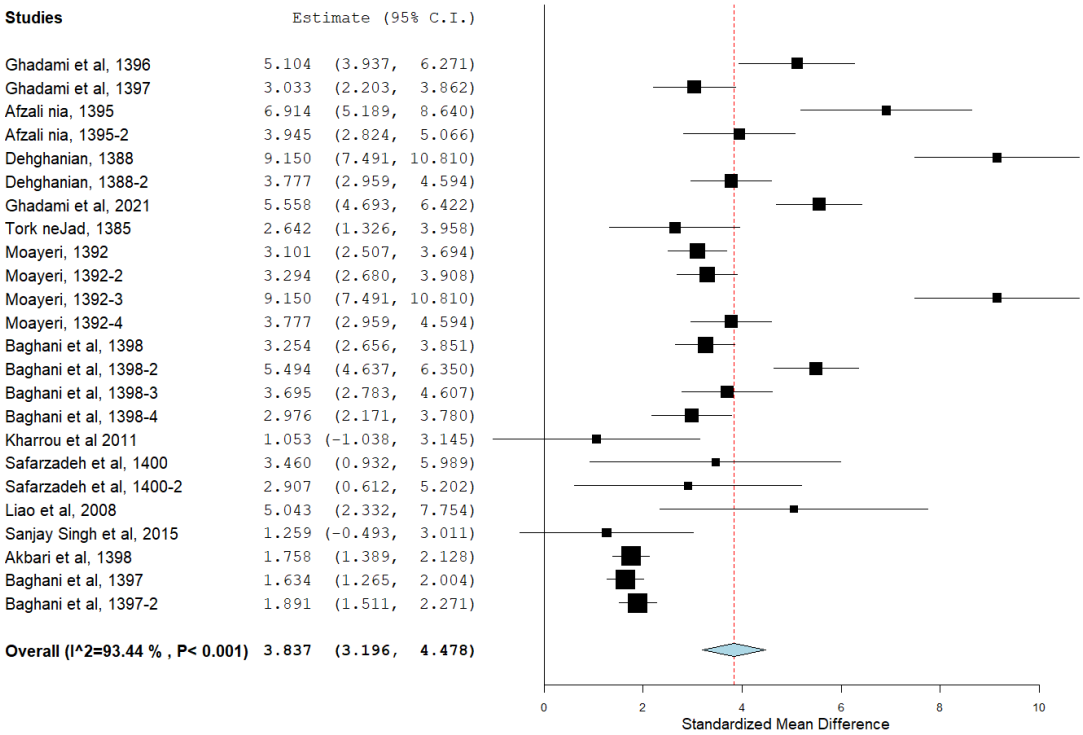
N=24 RMSE=3.374

روش بـگ و اگـر، بـه‌منظـور بررسـی اثـر سـوگرائی مطالعـات مورداستفاده در رابطه با عملکرد محصول استفاده شـد. نتـایج آزمـون بگ بر روی مطالعات مورداسـتفاده در ایـن تحقیـق (ازنظـر عملکـرد محصول) نشان داد که سوگرائی انتشار در رابطه با عملکـرد محصـول وجود نداشت (جدول ۵). همچنین نتایج آزمون اگر در جـدول ۶ ارائـه شده است. با توجه به اینکه میزان p برابر ۰/۸۸۲ بود، بنابراین وجـود سوگرائی انتشار توسط این روش نیز تائید نمی‌شود.

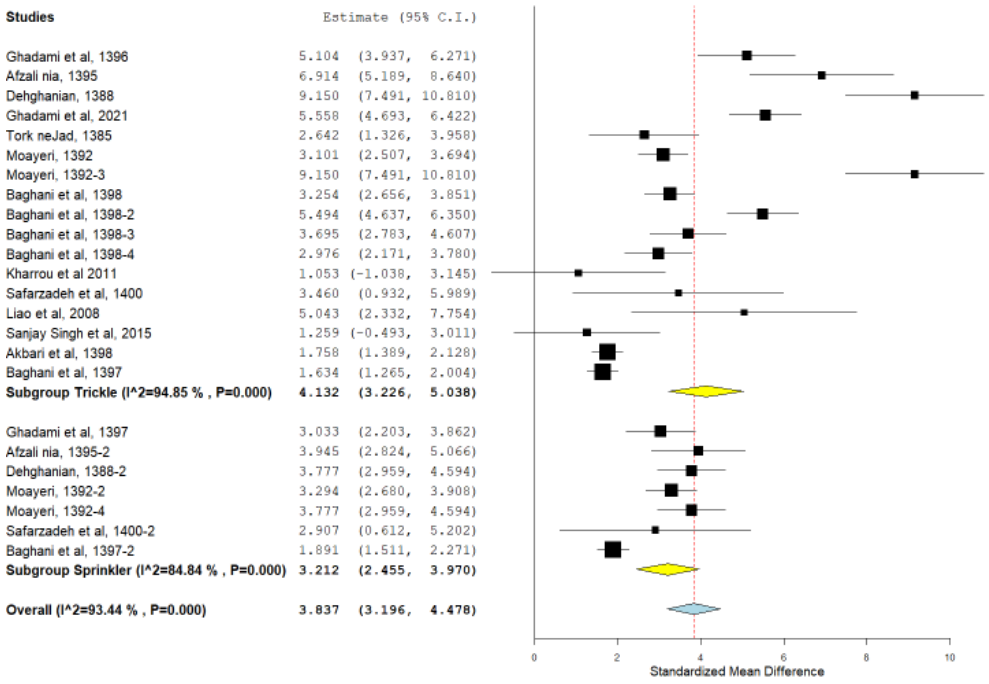
همچنین نتایج این مطالعات نشان داد که روش آبیـاری قطـره‌ای (نواری) و روش آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیـاری سـطحی، بـه-ترتیب باعث افزایش ۹/۸ و ۲/۸ درصـدی در عملکـرد محصـول شـد (شکل ۶). که بـا نتـایج پـژوهش سـلیم و همکـاران (۲۰۱۰)، خـرو و همکاران (۲۰۱۱)، سینگ و همکاران (۲۰۱۵) و قـدمی فیروزآبـادی و همکاران (۱۳۹۶) همراستا است.

بهره‌وری آب

حاصل ترکیب مطالعات مختلف بر میزان بهره‌وری آب نشـان داد که اثر سامانه‌های نوین آبیـاری بـر میـزان بهـره‌وری آب بـر اسـاس طبقه‌بندی کوهن، دارای اثرگذاری قوی (اندازه اثـر۳/۸۴) اسـت، کـه نشاندهنده این است کـه پیامـد مطالعـات مـا بـر روی بهـره‌وری آب افزایشی است و استفاده از این سـامانه‌هـا نسـبت بـه سـامانه آبیـاری سطحی باعث افزایش بهره‌وری آب شده است (جـدول ۷). همچنـین نتایج نشان داد که لوزی خط خنثی را قطع نکرده است بنابراین تفاوت معنی‌دار و نتیجه قطعی است (شکل ۴). نتایج بررسی میزان بهره‌وری در دو سامانه نوین آبیاری (بارانی و قطره‌ای) نسبت به سامانه آبیـاری سطحی به‌صورت مجزا توسط نرم‌افزار OpenMEE در شکل ۵ ارائـه شده است. حاصل ترکیب مطالعات مختلـف در رابطـه بـا اثـر سـامانه آبیاری قطره‌ای و بارانی بـر میـزان بهـره‌وری آب نسـبت بـه سـامانه آبیاری سطحی نشان داد که این سامانه‌ها دارای اثر قـوی و افزایشـی است بطوریکه، میزان مقدار اثر این دو سامانه نسبت به روش آبیـاری سـطحی، بـه‌ترتیـب، ۴/۱۳۲ و ۳/۲۱۲ تعیـین شـد، کـه بـر اسـاس تقسیم‌بندی کوهن، دارای اثربخشی قوی (بیشتر از ۰/۸) است (جدول ۷ و شکل ۴). همچنین چون دو لـوزی مربوطـه خـط خنثـی را قطـع نکرده است بنابراین نتیجه قطعی است (شکل ۵).



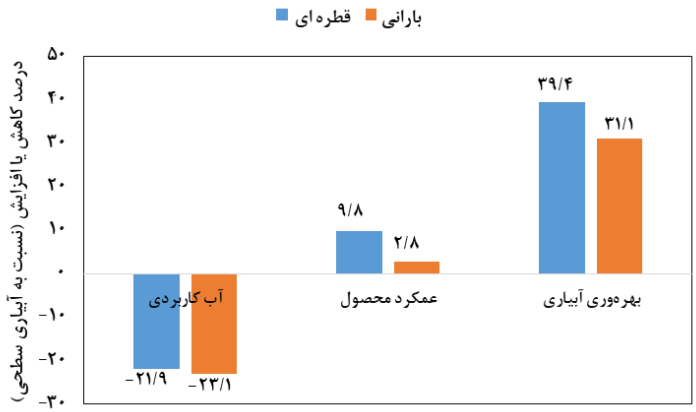
شکل ٤: نمودار انباشت مقایسه بهره‌وری آب در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار نسبت به آبیاری سطحی



شکل۵: نمودار انباشت مقایسه میزان بهره‌وری آب در دو سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای نسبت به سیستم آبیاری سطحی

جدول ۷: اندازه اثر روش‌های آبیاری تحت‌فشار، نسبت به روش آبیاری سطحی ازنظر شاخص بهره‌وری آب

روش آبیاری	گروه کنترل	اندازه اثر	حد بالا	حد پایین	خطای استاندارد(SE)	P-value
قطره‌ای	آبیاری سطحی	۴/۱۳۲	۵/۰۳۸	۳/۲۲۶	۰/۴۶۲	۰/۰۰۱
بارانی	آبیاری سطحی	۳/۲۱۲	۳/۹۷	۲/۴۵۵	۰/۳۸۶	۰/۰۰۱
کل	ترکیب کلی	۳/۸۳۷	۴/۴۷۸	۳/۱۹۶	۰/۳۲۷	۰/۰۰۱



شکل ٦: افزایش میزان بهره‌وری آب در دو سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای نسبت به سامانه آبیاری سطحی

نتایج تلفیق این مطالعات نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای (نواری) و روش آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی، به‌ترتیب باعث افزایش ۳۹/۴و ۳۱/۱ درصدی در بهره‌وری آب شد (شکل ۶)، که با نتایج پژوهش عرافا و همکاران (۲۰۰۹)، سلیم و همکاران (۲۰۱۰)، خرو و همکاران (۲۰۱۱)، سینگ و همکاران (۲۰۱۵) و قدمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۶) همراستا است.

نتیجه‌گیری

بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد که عملکرد محصول، میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب تحت تأثیر سامانه‌های مختلف آبیاری وجود دارد و یک نتیجه گیری کلی و دقیق وجود ندارد. در این تحقیق از روش متاآنالیز به‌عنوان یک روش مفید آماری برای ترکیب نتایج مطالعات مختلف در محصول گندم استفاده شد. تلفیق مطالعات نشان داد که اثر سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای نسبت به سامانه آبیاری سطحی از نظر میزان آب کاربردی کاهشی و قطعی بود و بر اساس طبقه‌بندی کوهن، میزان اثربخشی آن زیاد است. نتایج تلفیق این مطالعات نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای (نواری) و روش آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی، به‌ترتیب باعث کاهش ۲۱/۹ و ۲۳/۱ درصدی در مصرف آب در محصول گندم شده‌اند. تلفیق نتایج مطالعات مختلف در رابطه با تاثیر دو سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای بر عملکرد محصول گندم نسبت به سامانه آبیاری سطحی افزایشی و قطعی بود. حاصل ترکیب مطالعات مختلف بر میزان بهره‌وری آب نشان داد که اثر سامانه‌های نوین آبیاری بر میزان بهره‌وری آب بر اساس طبقه‌بندی کوهن، دارای اثرگذاری قوی (اندازه اثر۳/۸۴) است، که نشاندهنده این است که پیامد مطالعات بر روی بهره‌وری آب افزایشی است و استفاده از این سامانه‌ها نسبت به سامانه آبیاری سطحی باعث افزایش بهره‌وری آب شده است. همچنین نتایج نشان داد که لوزی خط خنثی را قطع نکرده است، بنابراین تفاوت معنی‌دار و نتیجه قطعی است. نتایج این مطالعات نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای (نواری) و روش آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی، به‌ترتیب باعث افزایش ۳۹/۴ و ۳۱/۱ درصدی در بهره‌وری آب شد. بنابراین در مجموع از نظر عملکرد محصول و بهره‌وری آب به‌ترتیب آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و آبیاری بارانی نسبت به سامانه آبیاری سطحی ترجیح داده می‌شود.

پیشنهادها

نتایج این پژوهش بر اساس مطالعات اولیه مورد استفاده به‌دست آمده است و برای رسیدن به دقت و قطعیت بیشتر در فراتحیل اثر سامانه‌های آبیاری، بر میزان آب کاربردی، عملکرد محصول و بهره‌وری آب، بایستی مطالعات بیشتری در آینده استفاده شود.

منابع

باغانی، ج. و قدمی فیروزآبادی. ۱۳۹۸. اثر آرایش کاشت‌های مختلف در آبیاری قطره‌ای نواری بر خصوصیات شیمیایی خاک، عملکرد و کارآیی مصرف آب آبیاری گندم. گزارش نهایی، شماره ثبت ۵۶۷۴۲، مورخه ۱۳۹۸/۱۰/۱۱.

بهداد، ب.، پاک نژاد، ف.، مهدوی دامغانی، ع.، وزان، س. و معرفی، م. ۱۴۰۱. تأثیرات تنش خشکی بر صفات زراعی گندم (Triticum aestivum L.) با استفاده از فراتحلیل. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد پانزدهم، شماره اول. ص. ۶۵-۵۳.

ترک نژاد، ا.، آقایی سربرزه، م.، جعفری، ح.، شیروانی، ع.، روئین تن، ر.، نعمتی، ع و شهبازی، خ .۱۳۸۵. ارزیابی فنی و اقتصادی روش آبیاری قطره‌ای در گندم و مقایسه آن با روش آبیاری سطحی . نشریه پژوهش و سازندگی، شماره ۷۲ .

دلباز، ر.، ابراهیمیان، ح.، عباسی، ف.، نازی قمشلو، آ. ۱۴۰۰. اثربخشی سطوح مختلف کودی در کودآبیاری سطحی و قطره‌ای. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. جلد ۸ ،شماره ،ص. ۱۴-۱.

دلباز، ر.، ابراهیمیان، ح.، عباسی، ف.، نازی قمشلو، آ. ۱۴۰۰. فراتحلیل اثربخشی کودآبیاری سطحی و قطره‌ای بر شاخص های عملکرد محصول و بهره وری آب و کود. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. شماره ۲، جلد ۵۳، ص. ۱۵۰-۱۳۹.

دهقانیان، س.ا .و دستفال، م .۱۳۸۸. تعیین پتانسیل کارآیی مصرف آب ارقام گندم در روش‌های مختلف آبیاری (بارانی، قطره‌ای و سطحی) در شرایط اقلیمی مختلف کشور .موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی .گزارش نهایی، شماره ثبت ۸۸/۱۲۱۷/۵۰.

زاهدی، ش . و محمدی، ا. ۱۳۸۵. فراتحلیل راهی به سوی شناسایی، ارزشیابی، ترکیب و تلخیص پژوهش‌های گذشته .نشریه مطالعات مدیریت . ۴۷: ۷۹-۵۱.

صفرزاده، س.، صارمی، م.، فرشید، ا. و خلیلی، ح. ۱۳۹۹. تأثیر سه روش مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. سومین کنفرانس بین المللی مهندسی کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست

کوچکی، ع.ر.، نصیری محلاتی، م .بخشائی، س .و داوری، آ.۱۳۹۶. فراتحلیل مصرف کود شیمیایی نیتروژن در تولید غلات در ایران . نشریه بوم¬شناسی کشاورزی .جلد ۹ .شماره ۲ .ص :۲۹۶-۳۱۳.

کهنسال، م.، سیدان، س.م .۱۳۹۲ .تحلیل اقتصادی روش‌های آبیاری قطره‌ای و کلاسیک در زراعت گندم و مقایسه آن با روش آبیاری جویچه‌ای .اولین همایش توسعه پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی.

رزجی، آ.، پاک‌نژاد، ف.، معرف، م.، مهدوی دامغانی، ع.، ایلکایی، م. ن. ۱۳۹۹. مطالعه فراتحلیلی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در ایران. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی،

جلد چهاردهم، شماره ۲(۵۴). ص: ۱۵۷-۱۷۲.

قدمی فیروزآبادی، ع.، چایچی، م. و سیدان، س.م .۱۳۹۶. اثر سامانه های آبیاری بر عملکرد و بهره وری آب سه ژنوتیپ گندم و ارزیابی اقتصادی آنها در همدان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی . ب . ۳۱(۲): ۱۳۹-۱۴۹.

معیری، م .۱۳۹۲. تعیین پتانسیل کارآیی مصرف آب ارقام گندم در روش‌های مختلف آبیاری (بارانی، قطره¬ای و سطحی) در شرایط اقلیمی مختلف کشور .موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی .گزارش نهایی .شماره ثبت، ۴۳۵۵۳.

Arafa, Y.E., Essam, A.W., Hazem, E.M. 2009. Maximizing water use efficiency in wheat yields based on drip irrigation systems. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 790-796.

Begg, C. B., and Mazumdar, M.1994. Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. Biometrics;50:1088–1101.

Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M., and Minder, C.1997. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. BMJ. 315:629–634.

Burney, J., Woltering, L., Burke, L., Naylor, R. and Pasternak, D. 2009. Solar-powered drip Irrigation enhances food security in the Sudano–Sahel. Texas Water Development Board: Agricultural Water Conservation Practices.

Cohen, J. 1988. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, 2nd Edition. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M., and Minder, C.1997. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. BMJ. 315:629–634.

Ghadami Firouzabadi, A., Baghani, J., Jovzi, M. and Albaji, M. 2021. Effects of wheat row spacing layout and drip tape spacing on yield and water productivity in sandy clay loam soil in a semi-arid region. Agricultural Water Management. 251:1-15.

Glass, G. V. 1976. Primary, secondary, and meta-analysis of research. Educ Res 5:3–8.

Gurevitch, J. and Hedges, L. V. 1999. Statistical issues in ecological Meta-Analysis. Ecology, 80(4), 1999, pp. 1142–1149.

K. Jha, s., Gao, Y., Liu , H., Huang, Z.H., Wang, G., Liang, Y and Duan, A. 2017. Root development and water uptake in winter wheat under different irrigation methods and scheduling for North China. Agricultural Water Management. 182: 139-150.

Kharrou, M.H., Er-Raki, s., Chehbouni, A., Duchemin, B., Simonneaux, V., LePage, M., Ouzine, L and Jarlan, L. 2011. Water use efficiency and yield of winter wheat under different irrigation regimes in a semi-arid region. Agricultural Sciences. Vol.2, No.3, 273-282.

Letey, J., Dinar, A., Woodring, C. and Oster, D. 1990. An economic analysis of irrigation systems, Irrigation Science, 11(1): 37-43.

Liao, L., Zhang, L.; Bengtsson, L. 2008. Soil Moisture Variation and Water Consumption of Spring Wheat and their Effects on Crop Yield under Drip Irrigation. Irrigation and Drainage Systems Vol.: 22, No.: 3-4, pp 253.

Lodhi, A.S.; Kaushal A.; Singh, K.G. 2013. Effect of irrigation regimes and low tunnel height on microclimatic parameters in the growing of sweet pepper. International Journal of Engineering and Science Invention, 2(7): 20-29

Namara, R.E., Upadhyay, B., Nagar R.K. 2005. Adoption and Impacts of Micro irrigation Technologies. Research Report 93, International Water Management Institute, (IWMI). V, 42p.

Osenberg, C. W., O. Sarnelle, S. D. Cooper, and R. D. Holt. 1999. Resolving ecological questions through meta-analysis: goals, metrics, and models. Ecology 80:1105–1117

Rotundo, J., Westgate, M.E. 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. Field Crops Research 110: 147–156.

Saleem, M., Wagas, A. and. Ahmad, R.N. 2010. Comparison of three wheat varieties with different irrigation systems for water productivity. Int. J. Agric. App. Sci. 2(1): 7-

Sanjay Singh, C., Manoj Kumar, A. and Rajendra Kumar, N. 2015. Studies on Water Productivity and Yields Responses of Wheat Based on Drip Irrigation Systems in Clay Loam Soil. Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(7), 650–654.

Wang, J., Shihong, G., Di, X., Yingduo, Y., Yuefen, Z. 2013. Impact of drip and level-basin irrigation on growth and yield of winter wheat in the North China Plain. National Center of Efficient Irrigation Engineering and Technology Research, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing. Irrigation Science. 31:1025–1037.

Zheng, H., Ying, H., Yin, Y. Wang, Y. He, G. Bian, Q. and Yang, Q. 2019. Irrigation leads to greater maize yield at higher water productivity and lower environmental costs: a global metaanalysis. Agriculture, Ecosystems & Environment. 273: 62-69.

Zoua, X., Lia, C, R., Gao, Q., Wan, Y. and Qina X. 2013. Cost-effectiveness analysis of water-saving irrigation technologies based on climate change response: A case study of China. Agricultural Water Management. 129 (1): 9– 20.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.2, Vol. 17, Jun.-Jul. 2023, p. 291-303

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۷، خرداد - تیر ۱۴۰۲، ص. ۳۰۳-۲۹۱

Investigation and selection of suitable wheat irrigation system with meta-analysis method

Ghadami Firouzabadi*[1]

Recived: Dec.02, 2022 Accepted: Jan.10, 2023

Abstract

Due to the limited water resources of the country and the drought in the past years, the use of modern irrigation systems in order to optimal use of applied water and increase of water productivity has grown significantly and Extensive research has been done in this regard. Therefore, the results of the studies conducted in relation to different irrigation systems of wheat cultivation were collected and analyzed by using of meta-analysis method. OpenMEE software was used for data analysis. The effect size of water consumption in drip and sprinkler irrigation systems compared to surface irrigation system was determined as -3.498 and -3.458, respectively, which according to Cohen's classification, have high effectiveness. Also, the results of meta-analysis showed that the use of drip and sprinkler irrigation systems compared to surface irrigation method has reduced the amount of water consumption by 21.9% and 23.1%, respectively. Although there was no significant difference in the amount of water used in both drip and sprinkler irrigation systems, but drip irrigation increased the crop yield compared to the surface irrigation system. Drip irrigation system was more effective on crop yield (0.914) compared to surface irrigation system. But the effect of the rain irrigation system compared to the surface irrigation system on the yield increase was insignificant. The results of meta-analysis showed that drip (Tape) irrigation method and sprinkler irrigation method increased 39.4% and 31.1% in water productivity compared to surface irrigation system in wheat crop, respectively.

Keywords: Applied water, water productivity, irrigation system, yield.

1 - Associate Professor of Irrigation and Drainage Engineering, Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran.
*(*Corresponding Author E-mail: a.ghadami@areeo.ac.ir).*