

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای با استفاده از روش فراتحلیل در ایران (مطالعه موردی)

The Effect of Drought Stress on Yield and Yield Components of Maize Using Meta-Analysis Method in Iran (Case Study)

مهدی نصیری محلاتی^{۱*}، امین فتحی^۲، صادق بهامین^۳، علیرضا بهشتی^۴

۱. استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، (نگارنده مسئول)
۲. دکتری زراعت، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
۳. دکترای اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۴. دانشیار بخش علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۴ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2022.357496.1586

چکیده

نصیری محلاتی، م.، فتحی، ا.، بهامین، ص.، بهشتی، ع.،. . تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای با استفاده از روش فراتحلیل در ایران (مطالعه موردی)
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵ - شماره ۱ - پیاوند ۱۳۴ بهار ۱۴۰۱ صفحه: ۳۵-۵۳

فراتحلیل روشی است که به جمع بندی و ترکیب نتایج مستقل حاصل از تعداد مقالات مختلف می‌پردازد، که در نتیجه آن می‌توان گفت که در مجموعه ای از مطالعات چه نتیجه ای حاصل شده است، بدین منظور این بررسی با عنوان فراتحلیل اثر تنش خشکی بر عملکرد کمی ذرت انجام شد. نمونه تحقیق شامل جمع آوری مقالات از سایت Sid بود که در مجموع ۲۱ مقاله از بین ۶۱ مقاله انتخاب شد. در این بررسی پنج صفت مورد بررسی قرار گرفت. این صفات شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بوته بود. مقادیر استاندارد شده اندازه در خصوص تأثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک در هر چهار تیمار مقایسه شده معنی دار بود ($P < 0/001$). تنها ۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در بلال معنادار نبوده اند و خارج از قیف قرار گرفته اند. تعداد دانه در بلال از اجزای مهمی عملکردی است که به شدت از تنش آسیب می‌بیند. در خصوص عملکرد دانه نیز مشخص شد تنها ۳ مطالعه معنی دار نبوده اند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که علیرغم مطالعات فراوان در رابطه با تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در کشور، نتایج حاصل بسیار متنوع بوده و از پراکندگی زیادی برخوردار است. این موضوع باعث شده است هنوز اثر دقیق تنش خشکی بخصوص بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هنوز مشخص نباشد. فراتحلیل بعنوان یک روش قدرتمند آماری ابزار مناسب و دقیقی را برای تلفیق نتایج آزمایشات مستقل فراهم نمود و دامنه‌های مشخصی را برای تأثیر تنش خشکی به خصوص بر کمیت ذرت معین ساخت.

واژه های کلیدی: اندازه اثر، عملکرد دانه، نمودار انباشت، نمودار قیفی، وزن هزار دانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: mnassiri@ferdowsi.um.ac.ir

مقدمه

فراتحلیل^۱ روشی برای مقایسه آماری نتایج حاصل از مطالعات مستقل از هم در خصوص یک موضوع است (Koocheki *et al.*, 2017). در واقع فراتحلیل نوعی پژوهش درباره پژوهش‌های دیگر است و به کمک آن می‌توان مطالعات متعددی را که در مورد یک موضوع خاص انجام شده مجدداً مورد بررسی قرار داده و بصورت آماری با یکدیگر مقایسه کرد و این رهیافت خود یک پژوهش مستقل محسوب می‌شود (Koocheki *et al.*, 2011). در فراتحلیل، جامعه آماری مجموعه پژوهش‌های قبلی و واحد پژوهش هر یک از پژوهش‌های اولیه و مستقل پیشین است بنابراین فراتحلیل نوعی تحلیل تحلیل‌هاست (Gurevitch & Hedgh, 1999).

هدف فراتحلیل به دست آوردن اطلاعات بیشتر از اطلاعات موجود است که با روی هم ریختن نتایج مطالعه‌های کوچک تر و با یک یا چند آنالیز آماری حاصل می‌شود. به این ترتیب نتایجی که ممکن است در مطالعه‌های کوچک‌تر کشف نشود، با استفاده از فراتحلیل‌دها مطالعه کوچک حاصل گردد (Matthews *et al.*, 2012; Rotundo & Westgate, 2009). محققان با بررسی ۴۰۰ مطالعه انجام شده طی ۸۰ سال (۲۰۰۷-۱۹۲۷) در فنلاند فراتحلیلی روی تاثیر مقادیر مختلف کود فسفر بر عملکرد گیاهان زراعی انجام دادند (Valkama *et al.*, 2009). نتایج این فراتحلیل حاکی از آن بود که کاربرد کود فسفر در اغلب گیاهان زراعی سبب افزایش عملکرد تا حدود ۱۱٪ شده است (Valkama *et al.*, 2009).

ذرت یک گیاه استراتژیک است که به علت موارد مصرف مختلف، کیفیت و ارزش غذایی بالا در کشورهای جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در اکثر نقاط در ایران ذرت به عنوان دومین محصول بعد از غلات پاییزه کشت می‌شود. ذرت به آب زیادی برای تولید عملکرد بالا نیاز دارد و کمبود آب سبب کاهش شدید عملکرد می‌شود (Fathi & Zeidali, 2021; Maleki *et al.*, 2020). خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که عملکرد را کاهش می‌دهد (Taheri *et al.*, 2021; Fathi *et al.*, 2022). محققان اظهار داشته‌اند که خشکی یک تنش چند بعدی است که گیاهان را در سطوح مختلف تحت تاثیر قرار می‌دهد و تقریباً روی کلیه فرایندهای رشد گیاه تاثیر گذار است (Koocheki *et al.*, 2011). افزایش شدت تنش، موجب اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه در اثر آب کشیدگی می‌شود (Shekoofa & Emam, 2006). اثر تنش آب بر عملکرد چند جانبه است. در مراحل نمو رویشی حتی تنش بسیار جزئی می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی شاخص سطح برگ را کاهش دهد. اولین اثر ظاهری کم‌آبی بر روی گیاهان، اندازه کوچک‌تر و تعداد کمتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاه می‌باشد، که ناشی از کاهش توسعه سلولی و رشد، حساسترین فرآیند متأثر از تنش آبی می‌باشد. همه این عوامل در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی دارد (Ezati *et al.*, 2020; Bahamin *et al.*, 2019; Bahamin *et al.*, 2021).

2. Meta-analysis

آن به دلیل اینکه حاصل تجزیه آماری هستند قابل قبول است و می تواند به جمع بندی در مورد یک موضوع خاص کمک زیادی نماید (Soltani & Soltani, 2014).

با وجود انجام پژوهش های متعدد در مورد تنش خشکی بر روی ذرت تاکنون جمع بندی و نتیجه گیری دقیقی در مورد رسیدن به یک نتیجه قطعی برای پژوهشگرانی که یک یا تعداد مقاله های مربوطه را مطالعه می کنند، ناممکن یا دشوار می سازد. از طرفی یکی از محدودیت های کاشت اغلب گیاهان زراعی در ایران بحث تنش خشکی می باشد، لذا کشور ایران به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب شد و فراتحلیل روی مقالاتی انجام شد که در ایران کار شده اند. بنابراین پژوهش حاضر با هدف مرور، بررسی و فراتحلیل نتایج پژوهش های انجام شده در کشور با هدف بررسی اثر تنش خشکی بر تولید ذرت انجام شد.

مواد و روش ها

منبع داده ها

نمونه تحقیق شامل جمع آوری مقالات از سایت Sid بود که در مجموع ۲۱ مقاله از ۶۱ مقاله مربوط به موضوع پیدا شد. معیار انتخاب مقالات بر اساس صفات مورد مطالعه، اعمال تنش خشکی، جداول تجزیه واریانس و مقایسات میانگین تیمارها بود. و در این بررسی پنج صفت مورد بررسی قرار گرفت. این صفات شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بوته بود. برای انجام این پژوهش مطالعات انجام شده بر روی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد کمی

فراتحلیلی را در خصوص میزان ترسیب کربن در خاک طی تبدیل سیستم زراعی رایج (شخم) به سیستم بدون شخم بر روی ۶۹ مطالعه مستقل انجام دادند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که در بسیاری از موارد سیستم های بدون شخم سبب افزایش میزان کربن آلی خاک نشد که نوع گیاه و سیستم کشت در این مورد بسیار اهمیت دارد (Lu et al., 2010). محققان فراتحلیلی را بر روی ۲۶ مطالعه انجام شده در خصوص افزایش عملکرد غلات (گندم، جو و یولاف) در شرایط ترکیب ارقام در مقایسه با کشت منفرد هر یک از ارقام انجام دادند (Kiaer et al., 2009). پژوهشگران با مرور ۳۵ مطالعه، فراتحلیلی بر روی میزان عملکرد گیاه زراعی و پویایی نیتروژن در شرایط جایگزینی آیش بدون پوشش با گیاه پوششی در سیستم های کشت فشرده انجام دادند (Tonmito et al., 2006). در ایران تنها مطالعات اندکی در مورد فراتحلیل بر روی گیاهان زراعی صورت گرفته است (Koocheki et al., 2017; Soltani & Soltani, 2014; Khaliliaqdam et al., 2018; Jahan & Nasiri mahalti, 2019; Erfani et al., 2020). محققان مطالعه ای تنوع زیستی کشاورزی ایران را از طریق فراتحلیل مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین و کمترین تنوع گونه ای بر اساس شاخص شانون مربوط به محصولات باغی (۱/۹۵) و گیاهان علوفه ای (۰/۶۰) بود. محققان گزارش کردند روش فراتحلیل برای مرور مقالات و پژوهش های مختلف بسیار کارآمد است و قابلیت زیادی دارد (Koocheki et al., 2011). از طرفی نتایج

تیمار شاهد و تنش، S_p انحراف معیار تلفیق شده میانگین ها و J ضریب تصحیح برای اریب بودن انحراف معیار میانگین ها می باشند. مقادیر J و S_p به ترتیب از معادلات ۲ و ۳ محاسبه می شود:

$$J = 1 - \left[\frac{3}{4(df_c + df_t) - 1} \right] \quad \text{معادله (۲)}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{df_c(S_c^2) + df_t(S_t^2)}{df_c + df_t}} \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آنها S_c و S_t به ترتیب انحراف معیار میانگین شاهد و تیمار تنش، df_c و df_t به ترتیب درجه آزادی شاهد و تیمار تنش می باشند. در صورتی که مقادیر انحراف معیار میانگین ها در مقاله ذکر نشده باشد می توان مقدار S_p را بر اساس واریانس خطای آزمایش (MSE) که در جداول تجزیه واریانس در مقالات ارائه می شود از معادله ۴ برآورد کرد:

$$S_p = \sqrt{\left(\frac{n_c + n_t - 2}{n_c + n_t} \right) MSE} \quad \text{معادله (۴)}$$

که در آن n_c و n_t به ترتیب تعداد تکرارهای شاهد و تیمار می باشند.

بدون شک همه آزمایش های تحت بررسی از دقت یکسانی برخوردار نمی باشند. بنابراین لازم است که برای هر آزمایش متناسب با دقت آن وزنی محاسبه شده و سپس مقدار اندازه اثر هر آزمایش به کمک آن موزون شود. به این منظور ابتدا واریانس اندازه اثر برای هر آزمایش (V_d) محاسبه شده (معادله ۵):

$$V_d = \left[\frac{n_c + n_t}{n_c \times n_t} \right] + \left[\frac{d^2}{2n(n_c + n_t)} \right] \quad \text{معادله (۵)}$$

عکس این واریانس وزن مربوط به آن

ذرت طی ۲۰ سال (پایان سال ۱۴۰۰) گذشته مورد بررسی قرار گرفتند. مقالات به گونه ای انتخاب شدند که داده های لازم برای اجرای فراتحلیل در آنها موجود باشد. این اطلاعات ضروری شامل میانگین تیمار شاهد و تیمارهای تنش، انحراف معیار میانگین ها، واریانس خطای آزمایش و تعداد تکرار هستند (Hedges et al., 1999). در خصوص صفت تعداد دانه در بوته از آنجا اکثر ارقام ذرت در حال حاضر تک بلالی می باشند اما گاهی ارقام چند بلالی نیز وجود دارند، لذا برای افزایش دقت آزمایش از مقالاتی استفاده شد که ارقام ذرت مورد بررسی تک بلالی بوده اند.

آنالیز آماری

شرح کامل روش محاسبات آماری فراتحلیل توسط محققان ارائه شده است (Hedges et al., 1999; Gurevitch et al., 1999). در ادامه مراحل انجام آن به اختصار توصیف شده است. اولین مرحله در اجرای فراتحلیل محاسبه اختلاف استاندارد میانگین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی (تیمار تنش) است که به آن اندازه اثر d گفته می شود. بنابراین برای هر یک از ۱۳ آزمایش مستقلی که در این فراتحلیل مورد بررسی قرار گرفته اند یک مقدار d محاسبه می شود (معادله ۱). لازم به ذکر است که اندازه اثر هم برای میانگین سطوح تنش و هم برای هر سطح تنش بطور جداگانه محاسبه شد.

$$d = \frac{\bar{X}_t - \bar{X}_c}{S_p} \times J \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن \bar{X}_t و \bar{X}_c به ترتیب میانگین

آزمایش می‌باشد، به این ترتیب هر آزمایشی که واریانس کوچکتری داشته باشد وزن بیشتری خواهد داشت: $w_i = \frac{1}{V_d}$.
در نهایت یک اندازه اثر کل یا تجمعی (d^*) محاسبه می‌شود که در واقع اختلاف استاندارد شده میان شاهد و تیمارهای تنش برای کلیه آزمایشات تحت بررسی می‌باشد (معادله ۶):

$$d^* = \frac{\sum w_i d_i}{\sum w_i} \quad (\text{معادله ۶})$$

و انحراف معیار آن (S_{d^*}) نیز از معادله ۷ بدست خواهد آمد:

$$S_{d^*} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}} \quad (\text{معادله ۷})$$

آخرین مرحله از فراتحلیل آزمون معنی‌داری d^* است، با معلوم بودن S_{d^*} می‌توان فاصله اطمینان d^* را محاسبه کرد چنانچه این فاصله اطمینان با صفر همپوشانی داشته باشد، اندازه اثر تجمعی موزون شده (d^*) معنادار نبوده و شاهد با تیمار تفاوت آماری ندارد و در غیر اینصورت اختلاف تیمار از شاهد بطور معنی‌داری از صفر بیشتر است. در این بررسی به منظور شناسایی ارتباط بین متغیر مستقل و متغیر وابسته آزمون همبستگی و نمودارهای انباشت و کیفی با نرم افزار اکسل گرفته شد تا روابط بین متغیرها بدست آید. نمودار کیفی یا فنول، نموداری است که اندازه اثر را در برابر خطای استاندارد هر یک از مطالعات رسم می‌کند. اگر نمودار کیفی مربوطه، غیر متقارن باشد این موجب اریبی انتشار می‌شود. اریبی انتشار، پدیده‌ای است که مشخص می‌کند در جمع آوری داده‌های فراتحلیل، نتایج معنی‌دار آماری نسبت به نتایج

غیر معنی‌دار ترجیح داده شده‌اند. در نتیجه این موضوع، باعث عدم اطمینان نسبت به استنباط حاصل از متاآنالیز می‌شود و باید به تصحیح پارامترهای آن پرداخته شود. نمودار کیفی نسبت به روش تریم فیل یک روش تصحیح اریبی انتشار در فراتحلیل می‌باشد. محققان روشی را ارائه نموده‌اند که با توجه به مسئله اریبی انتشار به تصحیح پارامترهای فراتحلیل می‌پردازد. در ابتدا بخش دور افتاده و نامتقارن فنول، پس از برآورد تعداد مطالعات موجود در این بخش حذف گردیده که در اصطلاح به آن تریم کردن گویند سپس از بخش متقارن باقیمانده، برای برآورد مرکز حقیقی نمودار استفاده می‌شود و در نهایت مطالعات حذف شده با بخش قرینه گمشده شان پیرامون مرکز، جایگزین می‌گردند که به این عمل فیل کردن گویند (Duval & Tweedie, 2000). در آخر، برآورد میانگین کلی و همچنین واریانس مربوط به آن، بر اساس نمودار فنول کامل شده به دست می‌آیند. در متاآنالیز باید این موضوع بررسی شود که کدام یک از مطالعات، در موافقت با فرض صفر و کدام یک در مخالفت با آن می‌باشند که برای این منظور از نمودار انباشت یا فورست استفاده می‌شود. کلیه محاسبات و رسم نمودارها در محیط اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد به مقدار ۲۰۸۹۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد که این اختلاف از لحاظ آماری معنادار بود و ۴۸/۳ درصد بیشتر از حالت تیمار تنش خشکی شدید بود (جدول ۱). وزن هزار دانه در تیمار

جدول ۱- میانگین عددی صفات مورد بررسی در مقالات بررسی شده

Table 1. Numerical average of the studied traits in the reviewed articles

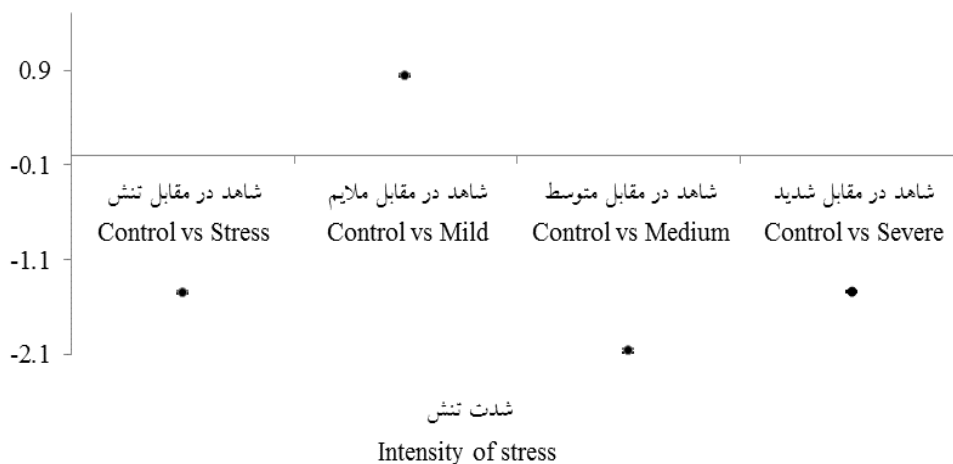
تیمار تنش Stress treatment	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg ha ⁻¹)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed yield (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg ha ⁻¹)	تعداد دانه در در ردیف Number of seeds per row	تعداد دانه در در بلال Number of seeds per cob
شاهد Control	20890	194.7	9395.8	40.4	265.0
تنش ملایم Mild stress	17766	173.6	7562.7	37.2	235.0
تنش شدید Severe stress	14080	153.6	5301.5	29.4	174.0

می تواند بیانگر میزان پراکندگی و اختلاف بین داده ها در آزمایشات مختلف باشد. میزان اندازه اثر که در نمودار اندازه اثر و نمودار انباشت نشان داده می شود با آزمون t سنجیده می شود و در صورتیکه معنادار باشد بیانگر آن است اختلاف بین آزمایشات مختلف از نظر یک صفت خاص مثل عملکرد تحت یک تیمار خاص مانند تنش خشکی معنادار بوده است. از طرفی هرچه میزان انحراف معیار که در نمودار اندازه اثر و نمودار انباشت و نمودار قیفی نشان داده می شود بیشتر باشد احتمال معنادار شدن یک صفت مانند عملکرد تحت یک تیمار مانند تنش خشکی را کاهش می دهد. در این بررسی در نمودار اندازه اثر و انباشت، اندازه اثر به صورت نقطه و انحراف معیار در نمودار اندازه اثر و انباشت به ترتیب توسط خطوط عمودی و افقی متصل به نقطه نشان داده شده اند (نصف مقدار انحراف معیار بالای نقطه و نصف زیر نقطه). اعداد محور عمودی در نمودار انباشت بیانگر میزان اندازه اثر و همچنین تفاضل بین اعداد محور عمودی بیانگر انحراف معیار می باشد (Hedges et al., 1999). مقادیر استاندارد شده اندازه در خصوص

شاهد به مقدار ۱۹۴/۷۳۴ گرم حاصل شد که این اختلاف از لحاظ آماری با تنش شدید و ملایم معنادار بود. عملکرد دانه در تیمار شاهد به مقدار ۹۳۹۵/۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که این اختلاف از لحاظ آماری با تنش خشکی ملایم و شدید معنادار بود. تعداد دانه در ردیف در تیمار شاهد به مقدار ۴۰/۴۱ عدد حاصل شد که این اختلاف از لحاظ آماری با تنش خشکی ملایم و شدید معنادار بود. نتایج نشان داد که در تمام موارد عملکرد تیمارهای دارای تنش کمتر از تیمار شاهد بود. بالاترین عملکرد مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود. در خصوص تعداد دانه در بلال نیز با افزایش شدت تنش، مقدار این صفت کاهش یافت (جدول ۱).

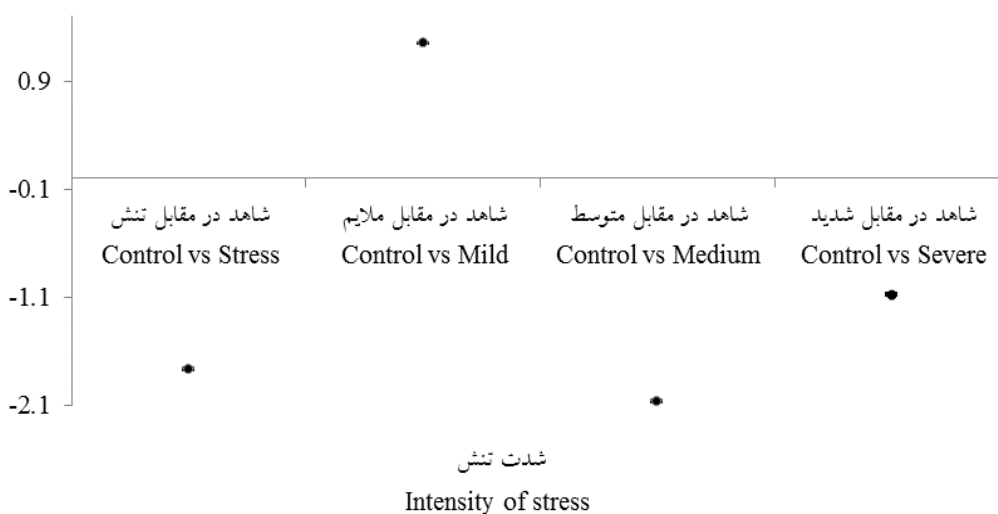
مقایسه آماری بین سطوح تنش خشکی

مقادیر اندازه اثر برای هر پنج صفت تحت بررسی دارای توزیع نرمال بود و نرمال بودن این توزیع شرط اصلی برای ادامه محاسبات فراتحلیل می باشد. محققان بیان داشتند در صورتیکه توزیع مقادیر اندازه اثر نرمال نباشد باید لگاریتم اختلاف میانگین شاهد و تیمارهای آزمایشی را برای اجرای فراتحلیل بکار برد. اندازه اثر



شکل ۱- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک. خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می باشد.

Figure 1. Comparison of the effect of different levels of drought stress on biological yield. The vertical lines represent the confidence interval of the size of the weighted cumulative effect among the reviewed experiments. The first comparison is the control versus the mean of drought stress treatments

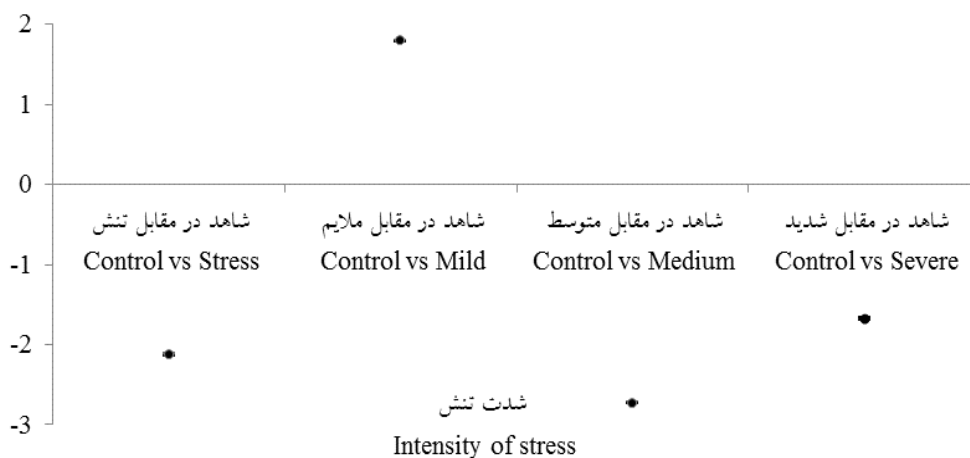


شکل ۲- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن هزار دانه. خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می باشد.

Figure 2. Comparison of the effect of different levels of drought stress on 1000-seed weight. The vertical lines represent the confidence interval of the size of the weighted cumulative effect among the reviewed experiments. The first comparison is the control versus the mean of drought stress treatments.

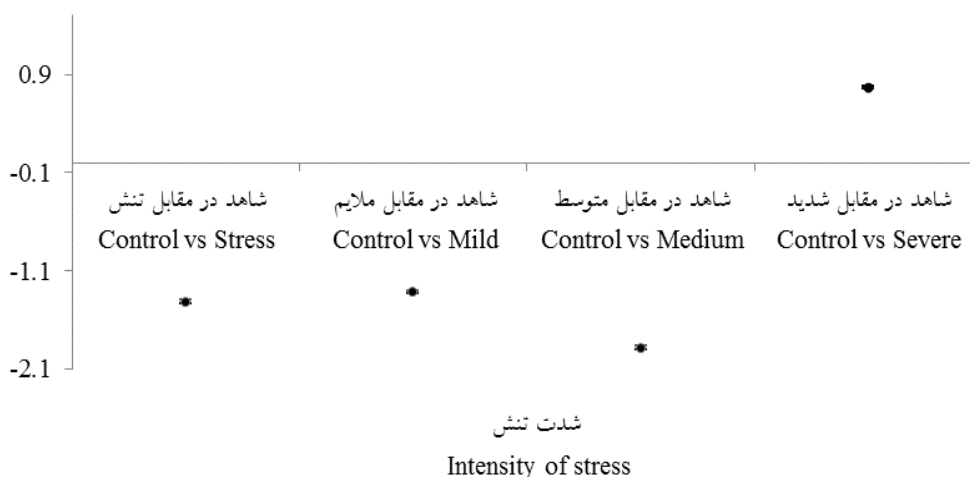
مقادیر استاندارد شده اندازه اثر در خصوص تاثیر تنش خشکی بر وزن هزار دانه در هر ۴ تیمار مقایسه شده با شاهد معنی دار بود (شکل ۲). بطور کلی در تمامی نمودارها در بخش اول سمت چپ نمودار شاهد در مقابل یک تیمار خاص مانند تنش خشکی مقایسه شده است، اگر اندازه اثر (نقطه مرکزی بین خطوط

تاثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک در هر ۴ تیمار مقایسه شده معنی دار بود ($P < 0.001$). اندازه اثر برای هر صفت اختلاف میانگین تیمار تنش خشکی از میانگین تیمار شاهد (بدون تنش) می باشد، بنابراین مقادیر مثبت آن نشان دهنده بالاتر بودن میانگین تیمار دارای تنش خشکی از تیمار شاهد است (شکل ۱).



شکل ۳- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد دانه. خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می باشد.

Figure 3. Comparison of the effect of different levels of drought stress on seed yield. The vertical lines represent the confidence interval of the size of the weighted cumulative effect among the reviewed experiments. The first comparison is the control versus the mean of drought stress treatments.



شکل ۴- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد دانه در ردیف. خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می باشد.

Figure 4. Comparison of the effect of different levels of drought stress on number of seeds per row. The vertical lines represent the confidence interval of the size of the weighted cumulative effect among the reviewed experiments. The first comparison is the control versus the mean of drought stress treatments.

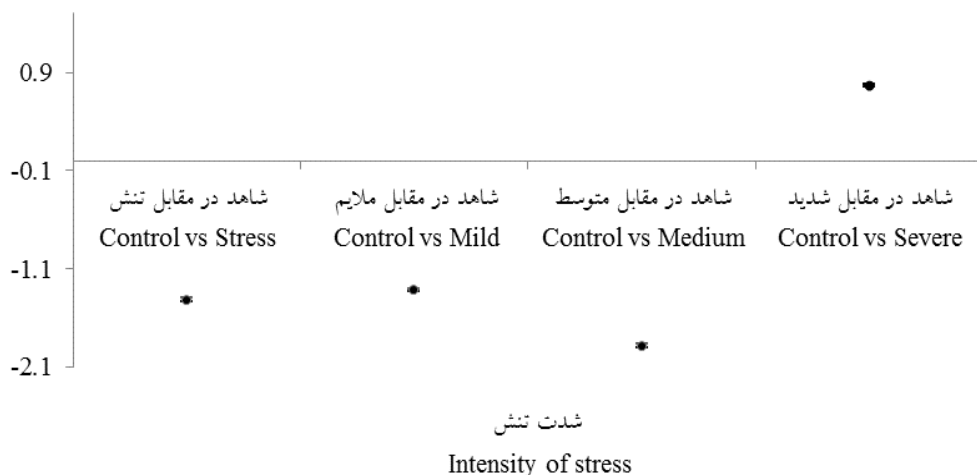
تیمار مقایسه شده با شاهد معنی دار بود ($P < 0/001$) (شکل ۳).

مقادیر استاندارد شده اندازه درخصوص تاثیر تنش خشکی بر تعداد دانه در ردیف در تمام موارد معنی دار بود ($P < 0/001$) (شکل ۴).

مقادیر استاندارد شده اندازه درخصوص تاثیر تنش خشکی بر تعداد دانه در بلال در هر چهار

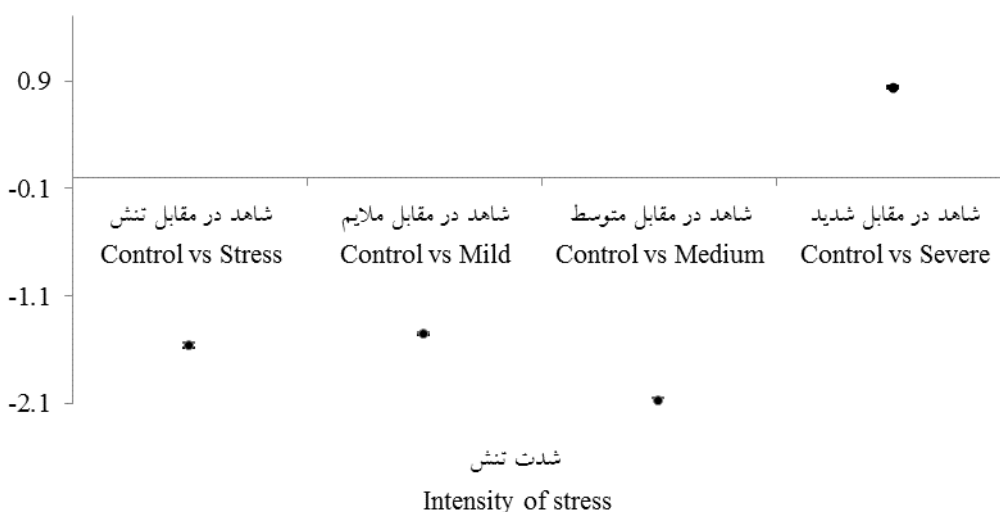
انحراف معیار) پایین یا بالای محور افقی باشد و در صورتیکه خطوط انحراف معیار محور افقی را قطع نکنند اندازه اثر معنادار بوده، به عبارتی اختلاف بین تیمار شاهد با حالت کلی تیمار معنادار بوده است.

مقادیر استاندارد شده اندازه درخصوص تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه در هر چهار



شکل ۴- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد دانه در ردیف. خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می باشد.

Figure 4. Comparison of the effect of different levels of drought stress on number of seeds per row. The vertical lines represent the confidence interval of the size of the weighted cumulative effect among the reviewed experiments. The first comparison is the control versus the mean of drought stress treatments.



شکل ۵- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد دانه در بلال. خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می باشد.

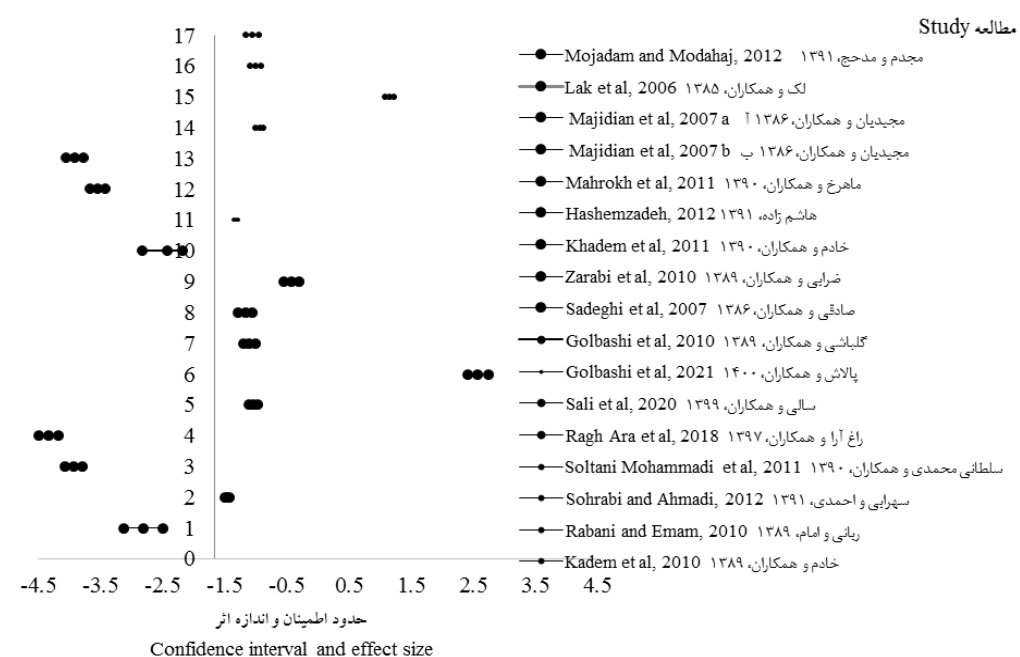
Figure 5. Comparison of the effect of different levels of drought stress on number of seeds per cub. The vertical lines of the confidence interval of the size of the weighted cumulative effect among the reviewed experiments. The first comparison is the control versus the mean of drought stress treatments.

قضاوت در خصوص آن؛ مطالعات با عدد (شروع از صفر) نامگذاری شده اند. مطالعات به دو دسته معنی دار و غیر معنی دار تقسیم می شوند که اگر تیمارها خط صفر را قطع کنند مطالعه معنی دار نمی باشد و اگر تیمارها خط صفر را قطع نکنند این مطالعه معنی دار است. از مجموعه

تیمار مقایسه شده با شاهد معنی دار بود (0/001) < P (شکل ۵).

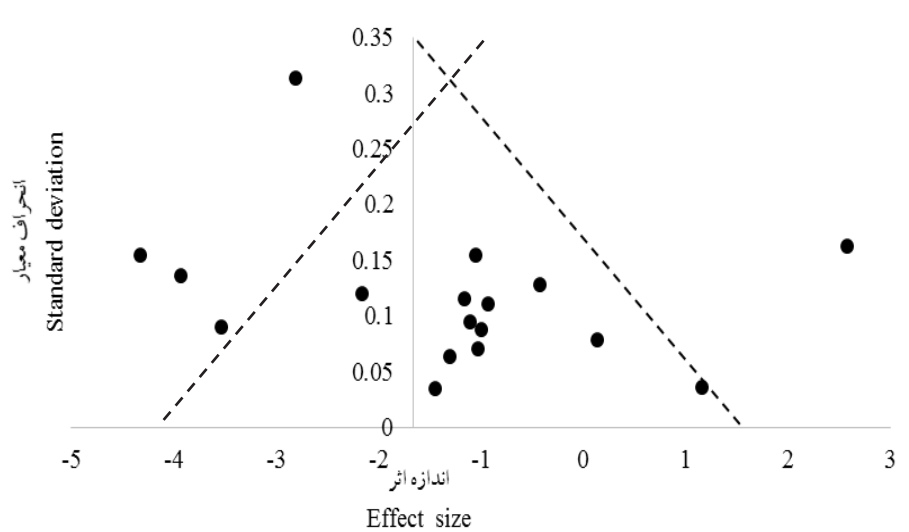
نمودار انباشت و نمودار قیفی

در نمودار انباشت، محور عمودی شامل مطالعات انجام شده (نویسنده و سال تحقیق) می باشد که برای تشخیص دقیق مطالعه و



شکل ۶- نمودار انباشت، تاثیر پذیری عملکرد بیولوژیک در برابر تنش خشکی

Figure 6. Accumulation diagram, influenceability of biological yield by drought stress

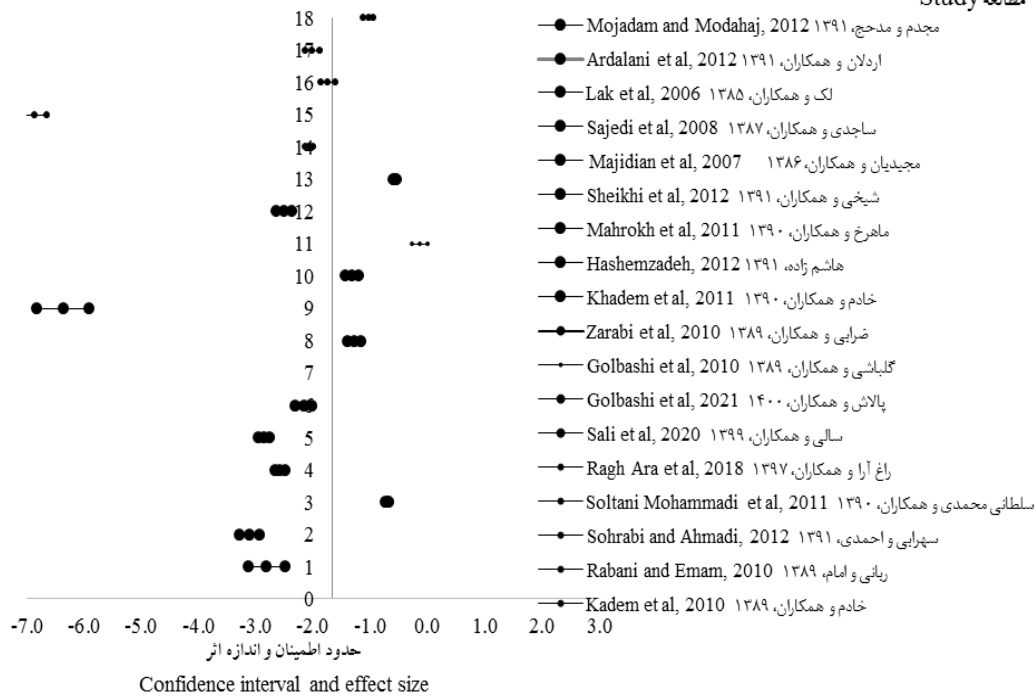


شکل ۷- نمودار کیفی، تاثیر پذیری عملکرد بیولوژیک در برابر تنش خشکی

Figure 7. Funnel diagram, influenceability of biological yield by drought stress

بیانگر پایین بودن دقت آزمایش و در نتیجه وزن حاصله از آن می شود. همانطور که ملاحظه می شود تحقیقات به کار رفته در این صفت برآورد اثر تیمارها نزدیک صفر و با فاصله اطمینان بسیار اندک را نشان می دهد. این خصوصیات باعث افزایش قابل ملاحظه وزن تحقیقات و در نتیجه تاثیر قابل توجه آن در برآورد نهایی گردیده

تحقیق های مرور شده و جمع آوری شده، شکل ۶ بدست آمده و نمودار انباشت آن مربوط به بررسی تاثیر پذیری عملکرد بیولوژیک در برابر تنش خشکی که در زیر رسم شده است. در بین این مقالات مقاله یک محقق (Hashmzadeh, 2012) بیشترین SMD منفی و کمترین فاصله اطمینان را دارا می باشد. بالا بودن فاصله اطمینان

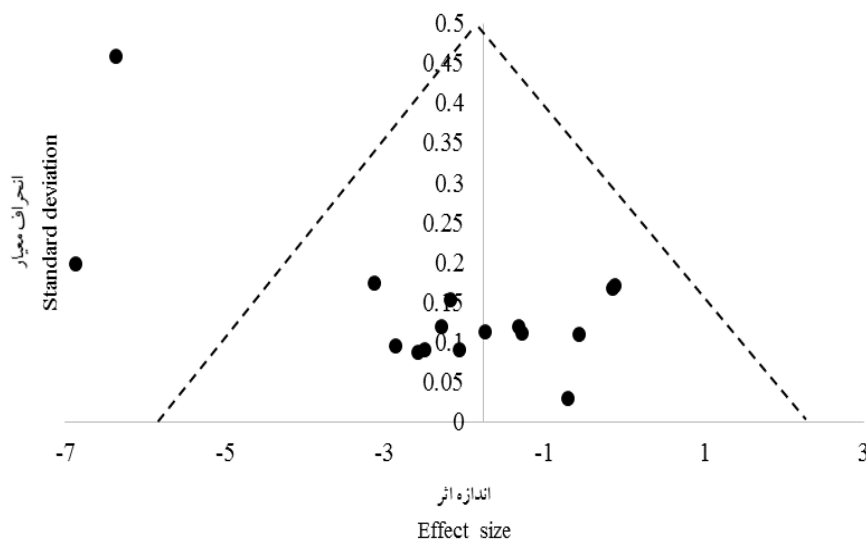


شکل ۸- نمودار انباشت، تاثیر پذیری وزن هزار دانه در برابر تنش خشکی

Figure 8. Accumulation diagram, influenceability of 1000-seed weight by drought stress

نشان دهنده اندازه اثر می باشد و محور عمودی لگاریتم خطای استاندارد (SE) را نشان می دهد. مقالاتی که در محدوده ۹۵ درصدی قرار دارند دارای میزان آریبی کمتر و نا آریبی بیشتر هستند که یک امر مثبت در نتیجه تحقیقات تلقی می گردد. آزمایشاتی دقیق می باشد که دارای انحراف استاندارد کمتر بوده و بر روی محور x ها عدد کوچکتری را به خود اختصاص دهد و در بالای نمودار و نزدیک صفر محور عمودی قرار گیرد. مقالاتی که در پایین نمودار قرار گرفته اند با توجه به میزان SE آنها از دقت پایینی برخوردار هستند این دقت پایین می تواند ناشی دو علت باشد یا به دلیل اندازه نمونه پایین آن (n کمتر) یا تمایل قبلی محقق به گرفتن نتایج از پیش تعیین شده یا هر دوی آنهاست. در برخی موارد صفر خطای استاندارد را برای درک بهتر به پایین نمودار منتقل میکنند که در این

است. برای میانگین ها و نتایجی که از فراتحلیل بدست می آید و نیز برای نمایش میزان انحراف در آزمایشات از نمودار کیفی استفاده می کنیم. نمودار کیفی مربوط به تاثیر عملکرد بیولوژیک در ارتباط با تنش خشکی در شکل ۷ نشان داده شده است. صفر خطای استاندارد، بر عکس نمودارهای دیگر در بالای محور قرار می گیرد. حداکثر دقت آزمایشات وقتی است که خطای استاندارد صفر باشد. در نمودار کیفی، خط میانی نشانگر شاخص تاثیر اندازه اثر بر صفت مورد نظر بوده است و خط منقطع کناری، حدود اطمینان ۹۵ درصد را نشان می دهد. به عبارت دیگر اگر تعداد نقاطی که در بررسی استفاده می کنیم در داخل محدوده ی مثلث باشد، بیانگر معنی دار بودن نتایج است و اگر در بیرون محدوده قرار گیرند آزمایشات از دقت پایینی برخوردار بوده اند. محور افقی در نمودار کیفی



شکل ۹- نمودار کیفی، تاثیر پذیری وزن هزار دانه در برابر تنش خشکی

Figure 9. Funnel diagram, influenceability of 1000-seed weight by drought stress

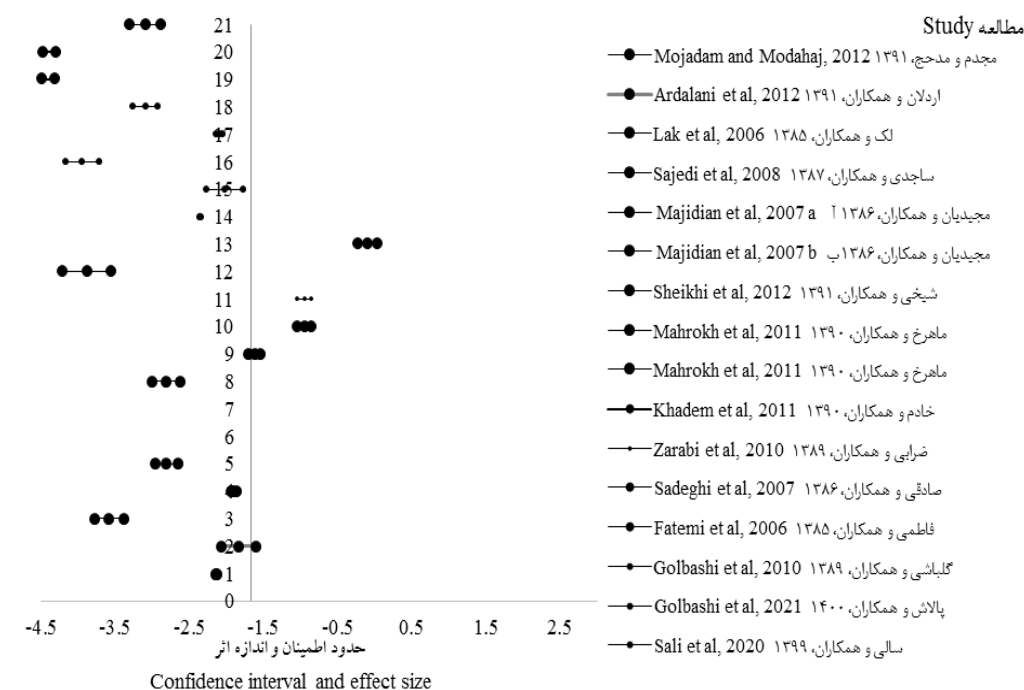
کوچکتری را به خود اختصاص دهد و در بالای نمودار و نزدیک صفر محور عمودی قرار گیرد. همانطور که از شکل ۱۳ برآورد می شود تنها ۲ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر وزن هزار دانه معنادار نبوده اند و خارج از کیف قرار گرفته اند.

در خصوص عملکرد دانه برآورد اثر تیمارها خیلی نزدیک به صفر و با فاصله اطمینان کم را نشان می دهد. از جمله تحقیقات با وزن بالا می توان به مقاله (Khdem *et al.*, 2011) اشاره نمود. در خصوص نمودار کیفی، در نمودار ۱۱ نشان داده شده که اکثر مقالات در محدوده ۹۵ درصدی قرار دارند و میزان اریبی کمتر و نا اریبی آن بیشتر است که یک امر مثبت در نتیجه تحقیقات تلقی می گردد. همانطور که از شکل ۱۵ برآورد می شود تنها ۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه معنادار نبوده اند و خارج از کیف قرار گرفته اند.

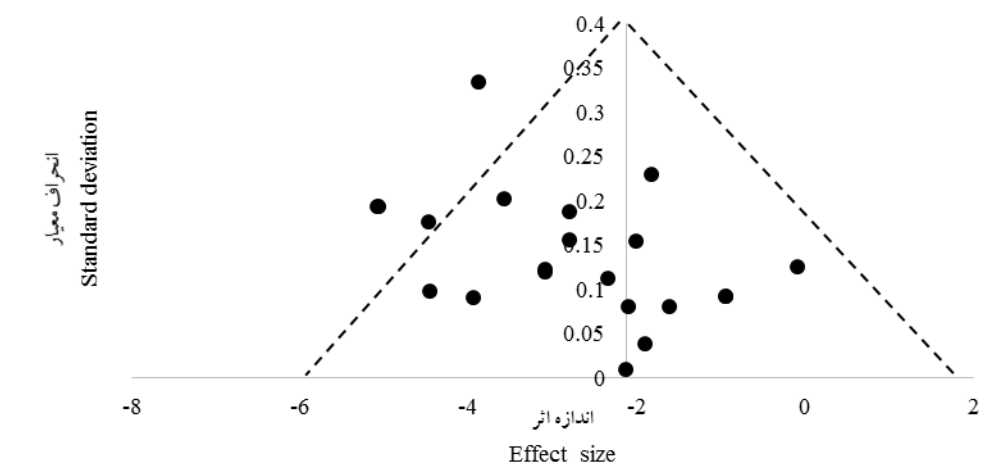
از مجموعه تحقیق های مرور شده و جمع آوری شده، شکل ۱۲ بدست آمده و نمودار

بررسی از این روش استفاده شد. در این بررسی در خصوص عملکرد بیولوژیک تحت تنش خشکی مشخص شد که ۴ مطالعه از ۱۷ بررسی داخل کیف قرار گرفته اند.

در خصوص وزن هزار دانه و از بین این مقالات، مقاله (Sajedi *et al.*, 2008) بیشترین SMD منفی و بیشترین وزن و کمترین فاصله اطمینان را دارا می باشد. همانطور که ملاحظه می شود تحقیقات به کار رفته در این صفت نسبت به عملکرد برآورد اثر تیمارها خیلی نزدیک به صفر نبوده و با فاصله اطمینان متوسط را نشان می دهد. از جمله تحقیقات با وزن بالا می توان به مقاله (Naderi Mahrokh *et al.*, 2011) اشاره نمود. در خصوص نمودار کیفی، در نمودار ۹ نشان داده شده که مقالات در محدوده ۹۵ درصدی قرار دارند و میزان اریبی کمتر و نا اریبی آن بیشتر است که یک امر مثبت در نتیجه تحقیقات تلقی می گردد. در نمودار فوق آزمایشاتی دقیق می باشد که دارای انحراف استاندارد کمتر بوده و بر روی محور x ها عدد



شکل ۱۰- نمودار انباشت، تاثیر پذیری عملکرد دانه در برابر تنش خشکی
Figure 10. Accumulation diagram, influenceability of seed yield by drought stress

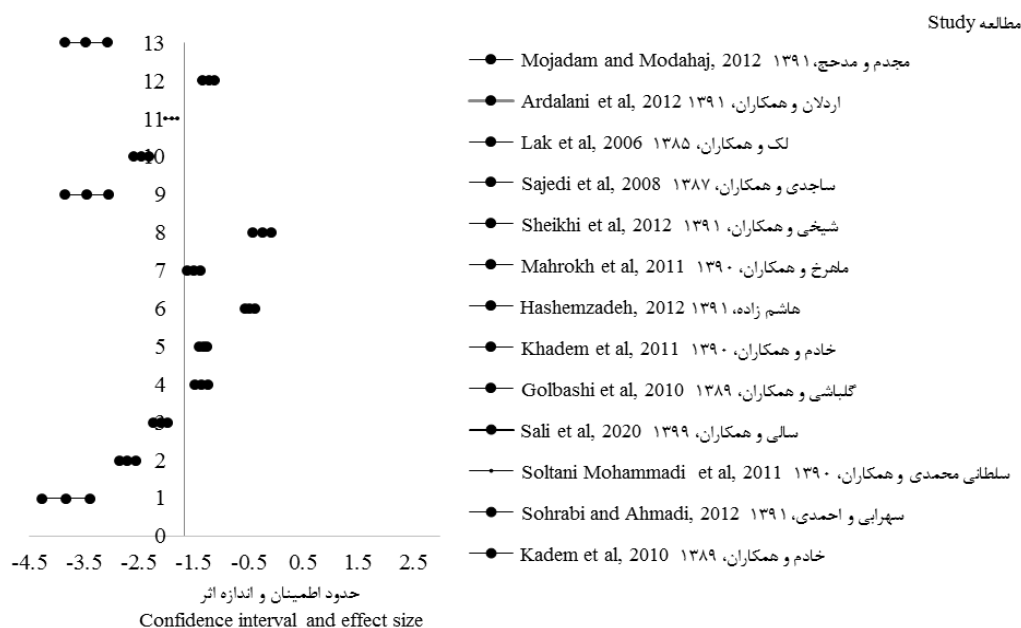


شکل ۱۱- نمودار قیفی، تاثیر پذیری عملکرد دانه در برابر تنش خشکی
Figure 11. Funnel diagram, influenceability of seed yield by drought stress

۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در ردیف معنادار نبوده اند و خارج از قیف قرار گرفته اند.

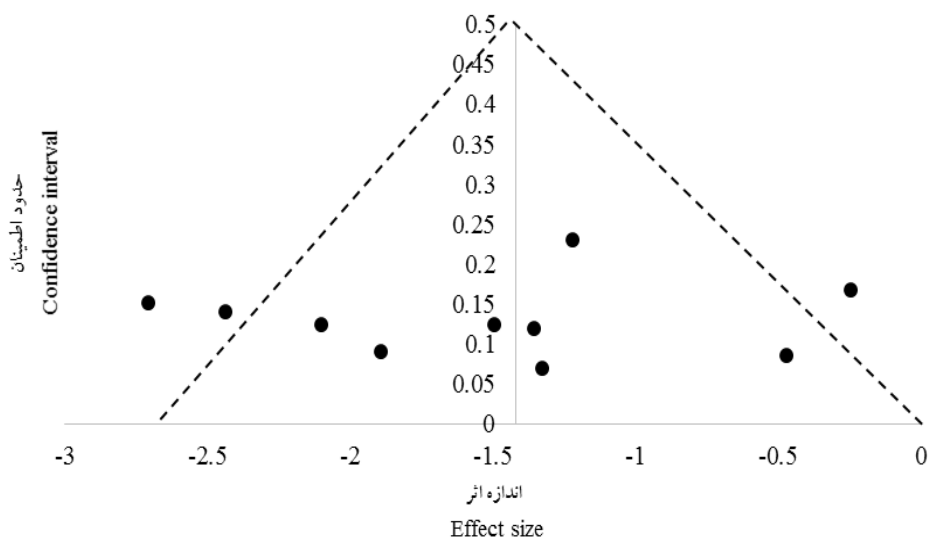
محققان گزارش کردند که افزایش دور آبیاری سبب کاهش اجزای عملکرد در ذرت شد (Nejad et al., 2010). در این بررسی کاهش اجزایی مانند تعداد دانه در ردیف و طول بلال به

انباشت آن رسم شده است. مقاله (Khdem et al., 2011) بیشترین وزن و کمترین فاصله اطمینان را دارا می باشد. در خصوص نمودار قیفی، در نمودار ۱۳ نشان داده شده که مقالات در محدوده ۹۵ درصدی قرار دارند و میزان آریبی کمتر و نا آریبی آن بیشتر است که یک امر مثبت در نتیجه تحقیقات تلقی می گردد. تنها



شکل ۱۲- نمودار انباشت، تاثیر پذیری تعداد دانه در ردیف در برابر تنش خشکی

Figure 12. Accumulation diagram, influenceability of number of seeds per row by drought stress

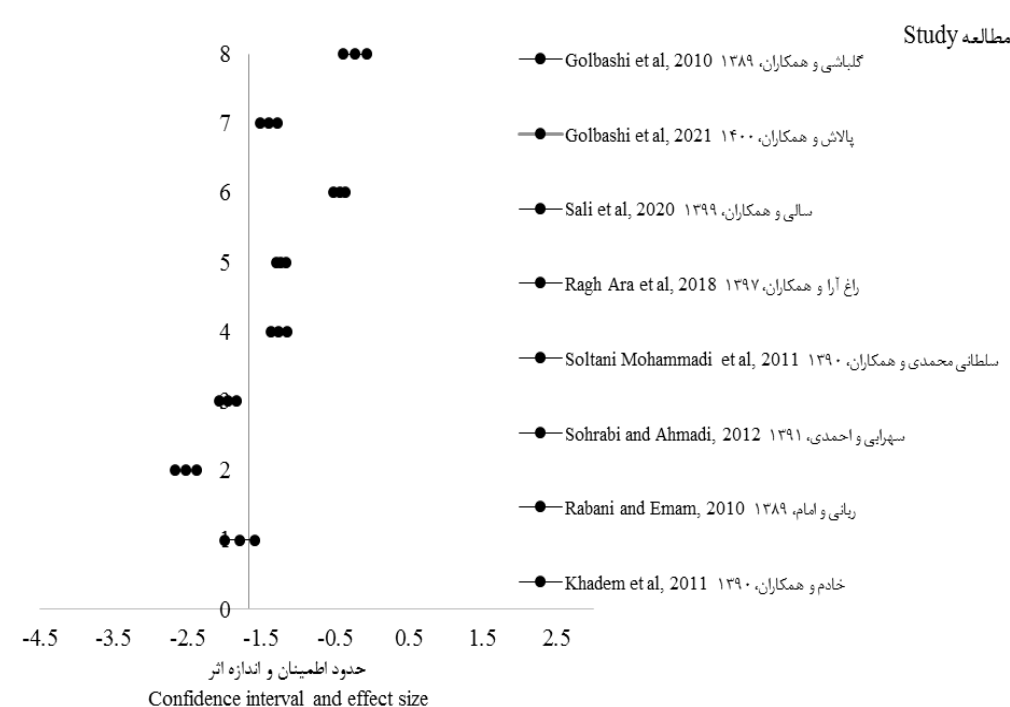


شکل ۱۳- نمودار قیفی، تاثیر پذیری تعداد دانه در ردیف در برابر تنش خشکی

Figure 13. Funnel diagram, influenceability of number of seeds per row by drought stress

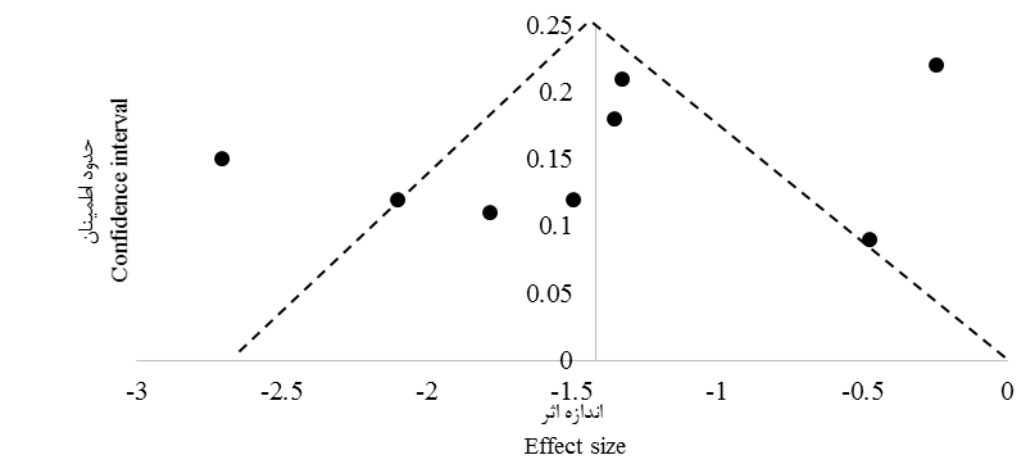
تحقیقات به کار رفته در این صفت برآورد اثر تیمارها خیلی نزدیک به صفر و با فاصله اطمینان کم را نشان می دهد. از جمله تحقیقات با وزن بالا می توان به مقاله (Rabani *et al.*, 2010) اشاره نمود. در خصوص نمودار قیفی، در نمودار ۱۵ نشان داده شده که مقالات در محدوده ۹۵ درصدی قرار دارند و میزان اریبی کمتر و نا اریبی آن بیشتر است که یک امر مثبت

کاهش دوره رشد رویشی و زایشی به دلیل تنش خشکی نسبت داده شده است. در مطالعه انجام شده توسط محققان (Di Marco *et al.*, 2007) آبیاری میزان عملکرد دانه هر گیاه را به میزان ۴۳٪ افزایش داده بود، آن ها اثر آبیاری روی تولید دانه را به واسطه ی افزایش در عملکرد ماده خشک گیاه ذکر کردند که به میزان ۳۵ درصد (۲۵۹-۳۵۰ گرم) افزایش یافته بود.



شکل ۱۴- نمودار انباشت، تاثیر پذیری تعداد دانه در بلال در برابر تنش خشکی

Figure 14. Accumulation diagram, influenceability of number of seeds per cub by drought stress



شکل ۱۵- نمودار قیفی، تاثیر پذیری تعداد دانه در بلال در برابر تنش خشکی

Figure 15. Funnel diagram, influenceability of number of seeds per cub by drought stress

جمع آوری شده در خصوص تاثیر پذیری تعداد دانه در ردیف مشخص شد که در بین این مقالات مقاله ای (Khadem *et al.*, 2011) بیشترین وزن و کمترین فاصله اطمینان را دارا می باشد. همچنین مشخص شد که تنها ۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در

در نتیجه تحقیقات تلقی می گردد. همانطور که از شکل ۱۷ برآورد می شود تنها ۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در بلال معنادار نبوده اند و خارج از قیف قرار گرفته اند.

نتیجه گیری

از مجموعه پژوهش های مرور شده و

ردیف معنادار نبوده اند و خارج از قیف قرار گرفته اند. در خصوص تاثیرپذیری عملکرد دانه در برابر تنش خشکی همانطور که ملاحظه شد تحقیقات به کار رفته در این صفت برآورد اثر تیمارها خیلی نزدیک به صفر و با فاصله اطمینان کم را نشان می دهد. از جمله تحقیقات با وزن بالا می توان به مقاله (Khadem *et al.*, 2011) اشاره نمود. همچنین تنها ۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه معنادار نبوده اند و خارج از قیف قرار گرفته اند. تنها ۳ مطالعه در خصوص اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در بوته معنادار نبوده اند و خارج از قیف قرار گرفته اند. تعداد دانه در بوته یا تعداد دانه در بلال از اجزای مهمی عملکردی است که به شدت از تنش آسیب می بیند. یافته های این پژوهش نشان داد که علیرغم مطالعات فراوان در رابطه با تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در کشور، نتایج حاصل بسیار متنوع بوده و از پراکندگی زیادی برخوردار است. این موضوع باعث شده است هنوز اثر دقیق تنش خشکی بخصوص بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هنوز مشخص نباشد. فراتحلیل بعنوان یک روش قدرتمند آماری ابزار مناسب و دقیقی را برای تلفیق نتایج آزمایشات مستقل فراهم نمود و دامنه های مشخصی را برای تاثیر تنش خشکی به خصوص بر کمیت ذرت معین ساخت. به همین دلیل می توان مطالعه ای در خصوص تاثیر پذیری اجزای عملکرد ذرت در سطح جهانی انجام داد تا مطالعات دقیق تری حاصل شود و آن را با نتایج این بررسی مقایسه کرد.

References

- Bahamin, S., Kochehi, A., Nasiri Mahallati, M., and Beheshti, S.A. 2019. Effect of biological and chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on quantitative and qualitative function of maize under drought conditions. *Journal of environmental stresses in crop sciences*, 11 (4): 863-872.
- Bahamin, S., Koochehi, A., Nassiri Mahallati, M., and Behashti, S.A. 2021. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on yield and nutrient efficiency indices in maize under drought stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 14(3): 675-690.
- Di Marco, O.N., Aello, M.S., and Chicatun, A. 2007. Effect of irrigation on corn plant dry matter yield, morphological components and ruminal degradability of leaves and stems. *Journal of animal and veterinary advances*, 6: 8-11.
- Duval, S., and Tweedie, R. 2000. A nonparametric trim and fill method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 95: 89-97.
- Erfani, R., Yaghoubian, Y., and Pirdashti, H. 2020. The contribution of chemical, organic and bio-fertilizers on rice production in Iran: A meta-analysis. *Russian Agricultural Sciences*, 46(6):596-601.
- Ezati, N., Maleki, A., and Fathi, A. 2020. Effect of drought stress and spraying of gibberellic acid and salicylic acid on the quantitative and qualitative yield of canola (*Brassica napus*). *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, 14(56):94-109.
- Fathi, A., and Zeidali, E. 2021. Conservation tillage and nitrogen fertilizer: a review of corn growth and yield and weed management. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(3): 121-142.
- Fathi, A., Farnia, A., and Maleki, A. 2016. Effects of biological nitrogen and phosphorus fertilizers on vegetative characteristics, dry matter and yield of corn. *Applied field crops research* (Pajohesh & Sazandegi), 29 (110): 1-7.
- Fathi, A., Maleki, A., and Naseri, R. 2022. A review of the effects of drought stress on plants and some effective strategies in crop management. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, 1-29.
- Gurevitch, J., and Hedges, L.V. 1999. Statistical issues in ecological meta-analyses. *Ecology*, 80: 1142-1149.
- Hedges, L.V., Gurevitch, J., and Curtis, P.S. 1999. The meta-analysis of response ratios in

- experimental ecology. *Ecology*, 80:1150-1156.
- Jahan, M., and Nassiri Mahallati, M. 2019. Meta-Analysis of the Effect of Super-Absorbent Application on Crops Yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 17(2): 207-220.
- Khaliliaqdam, N., Hasani, R., and Mir Mahmoudi, T. 2018. Meta-analysis of some effective factors on wheat production in Iran. *Journal of Crops Improvement*, 20(1): 191-204.
- Kiaer, L.P., Skovgaard, M., and Stergard, H. 2009. Grain yield increase in cereal variety mixtures: A meta-analysis of field trials. *Field Crops Research*, 114:361-373.
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Bakhshaei, S., and Davari, A. 2017. A meta-analysis on nitrogen fertilizer experiments on cereal crops in Iran. *Agroecology*, 9(2):296-313.
- Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Alizadeh, Y. 2011. Meta-analysis of agro biodiversity in Iran. *Journal of Agroecology*, 1(2):1-16.
- Maleki, A., Fathi, A., and Bahamin, S. 2020. The effect of gibberellin hormone on yield, growth indices, and biochemical traits of corn (*Zea Mays* L.) under drought stress. *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, 15(59):1-16.
- Matthews, S., Noli, E., Demir, I., Khajeh Hosseini, M., and Wagner, M.H. 2012. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. *Seed Science Research*, 22:69-S73.
- Nejad, S.D., Nejad, T.S., and Lack, S. 2010. Study effect drought stress and different levels potassium fertilizer on K accumulation in corn. *Nature and Science*, 8(5):23-27.
- Rotundo, J., and Westgate, M.E. 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Research*, 110:147-156.
- Rotundo, J.L., and Westgate, M.E. 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Research*, 110: 147-156.
- Shekoofa, A., and Emam, Y. 2006. Maize (*Zea mays* L.) Growth and yield response to ethephon application under water stress conditions. *Iran Agricultural Research*, 25:39-52.
- Soltani, E., and Soltani, A. 2014. Necessity of using meta-analysis in field crops researchers, *Electronic Journal of Crop Researches*, 7(3):203-216.
- Taheri, F., Maleki, A., and Fathi, A. 2021. Study of different levels of nitrogen fertilizer and irrigation on quantitative and qualitative characteristics of Quinoa grain yield. *Crop Physiology Journal*, 13(50):135-149.

- Tonnito, C., David, M.B., and Drinkwater, L.E. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112:58-72.
- Valkama, E., Risto, U., Ylivainio, K., Virkajarvi, P., and Turtola, E. 2009. Phosphorus fertilization: A meta-analysis of 80 years of research in Finland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 130: 75-85.

The Effect of Drought Stress on Yield and Yield Components of Maize Using Meta-Analysis Method in Iran (Case Study)

Mahdi Nassiri Mahallati^{1*}, Amin Fathi², Sadegh Bahamin³, Alireza Beheshti⁴

1. Professors in Agroecology, Department of Agrotechnology, Faculty Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. . (Corresponding author)
2. Ph.D. of Agronomy, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3. Ph.D. of Agroecology, Department of Agrotechnology, Faculty Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
4. Associate Professor in Seed and Plant Improvement Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan-e Razavi; Agricultural- Research-Education & Extension Organization (AREEO); Mashhad, Iran.

Received: January 2022 Accepted: July 2022- DOI: 10.22092/aj.2022.357496.1586

Extended Abstract

Nassiri Mahallati. M., Fathi, A., Bahamin, S., Beheshti, A., The Effect of Drought Stress on Yield and Yield Components of Maize Using Meta-Analysis Method in Iran (Case Study)
Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 1, 2022 7-9: 35-53(in Persian)

Introduction

Corn is a strategic plant that is of special importance in the world due to its various uses, high quality and nutritional value (Fathi & Zeidali, 2021). Drought stress is a multidimensional stress that disrupts plants' growth and physiological processes (Shekoofa & Emam, 2006). Meta-analysis is a method that summarizes and combines independent results from a number of different articles, which can be used to determine the results of a series of studies. Meta-analysis is a method for statistically comparing the results of independent studies on a subject (Koocheki *et al.*, 2017). Meta-analysis is a type of research on other research, which can be used to re-examine the various studies conducted on a particular topic and compare them statistically. This approach is an independent study in itself.

Materials & Methods

For this purpose, this study was conducted as a meta-analysis of the effect of drought stress on corn yield. The study sample included collecting articles from

Email address of the corresponding author: mnassiri@ferdowsi.um.ac.ir

the Sid site, where a total of 21 papers from 61 articles were selected. The first step in performing the meta-analysis is to calculate the standard difference between the mean of the control and experimental treatments (the stress treatment), which is called effect size (d). Therefore, a value of d is calculated for each of the 21 independent experiments examined in this meta-analysis. At first, the remote and asymmetric part of the funnel diagram was removed after estimating the number of studies in this part and were replaced with their missing symmetric part around the center. Finally, the estimate of the total mean and the corresponding variance was obtained based on the completed funnel diagram. The meta-analysis should consider which studies agree with the null hypothesis and which oppose it; for this purpose, the accumulation or Forrest diagram was used. All the calculations and chart drawing were performed using Excel.

Results & Discussion

In this study, five traits were studied. The standardized values for the effect of drought stress on biological yield were significant for all five treatments ($P < 0.001$). It should be noted that the effect size for each trait is the difference between absolute value of the mean of drought for the control treatment (without stress) and the stress treatment, so the positive values indicate the higher mean of drought stress treatment than the control treatment. Based on the effect size chart, standardized size values were significant for drought stress on seed yield in all five treatments compared with control. From the collection of d collected studies, the accumulation diagram related for the influenceability of seed yield by drought stress was drawn. The research used in this trait showed the estimation of the effect of the treatments very close to zero with a low confidence interval. Regarding the funnel diagram, the majority of articles reviewed in this study are in the range of 95%, where the biased rate is low but the unbiased rate is high, which is considered positive for the outcome of a research.

Conclusion

This study showed that, despite numerous research works on the effect of drought stress on yield and yield components of maize in the country, the results are very diverse and have high dispersion. Therefore, the exact effect of drought stress,

particularly on yield and yield components of maize, has yet to be determined. As a robust statistical method, the meta-analysis, provided a proper and accurate tool for combining the results of independent experiments and established specific ranges for the effects of drought stress, especially on the corn counts.

Acknowledgements

We would like to extend our gratitude to Professor Alireza Koocheki for his valuable guidance and also to the department of agriculture of Ferdowsi University of Mashhad for providing access to the scientific sites to download the articles.

Keywords: Accumulation chart, Effect size, Funnel chart, Seed yield, Thousand-seed weight.

References

- Fathi, A., and Zeidali, E. 2021. Conservation tillage and nitrogen fertilizer: a review of corn growth and yield and weed management. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(3), 121-142.
- Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Bakhshaei, S., and Davari, A. 2017. A meta-analysis on nitrogen fertilizer experiments on cereal crops in Iran. *Agroecology*. 9(2): 296-313.
- Shekoofa, A., and Emam, Y. 2006. Maize (*Zea mays* L.) Growth and yield response to ethephon application under water stress conditions. *Iran Agricultural Research*, 25: 39-52.