نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد چهاردهم، شماره ۲(۵۴)، تابستان ۱۳۹۹، صفحه ۱۷۲-۱۵۷

مقاله پژوهشی DOI: 10.30495/jcep.2020.676136

مطالعه فراتحلیلی تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در ایران

آزاده رزجی[۱]، فرزاد پاک‌نژاد[۲*]، مریم معرفی[۳]، عبدالمجید مهدوی دامغانی[۴] و محمدنبی ایلکایی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۶

چکیده

پژوهش‌های مربوط به ارزیابی تاثیر نهاده‌ها روی پنبه در کشور سابقه‌ای طولانی دارد با این حال، به دلیل پراکندگی و تنوع موجود در نتایج آزمایشات مختلف دستیابی به نتیجه کلی دشوار می‌باشد. در این مطالعه جهت حل این مشکل از رهیافت فراتحلیل استفاده شده است تا از این طریق بتوان با تلفیق و آنالیز مجدد یافته‌های آزمایشات مستقل به نتیجه‌ای واحد دست یافت. برای این منظور مقالات علمی پژوهشی منتشر شده توسط محققین از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ در داخل کشور در خصوص اثر تنش خشکی بر عملکرد، ارتفاع و تعداد غوزه در پنبه مورد بررسی قرار گرفت. اندازه اثر برای هر صفت اختلاف میانگین تیمار تنش خشکی با شاهد می‌باشد. بررسی نتایج نمودار اندازه اثر تنش خشکی و عملکرد نشان داد همه سطوح تنش نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ($p<۰/۰۰۱$). همچنین با بررسی نمودار اندازه اثر ارتفاع و تنش خشکی و تعداد غوزه و تنش خشکی مشخص شد تیمار شاهد در مقابل میانگین کل، شاهد در مقابل ۴۱-۵۵ درصد ظرفیت زراعی و شاهد در مقابل ۴۰-۲۵درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. 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. همچنین، نتایج نمودار قیفی نشان داد مطالعاتی که در زمینه پنبه و تنش خشکی در ایران انجام شده به دلیل سوگیری و حجم کم نمونه مطالعاتی با دقت کافی نبوده است.

واژگان کلیدی: ارتفاع و تعداد غوزه، جوانه‌زنی، نمودار انباشت، نمودار قیفی.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

۲- استاد گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. (نگارنده‌ی مسئول) farzadpaknejad@yahoo.com

۳- استادیار گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

۴- دانشیار اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، ایران.

۵- دانشیار گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) نقش مهمی را در تامین غذا (روغن و پروتئین)، الیاف مورد نیاز انسان و غذای دام دارد و همواره میزان نیاز به منسوجات پنبه‌ای در جهان در حال افزایش است. در سال ۱۳۹۶- ۱۳۹۵ محصولات صنعتی با سطح برداشت حدود ۵۵۳ هزار هکتار، معادل ۵/۰۲ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است که از این میان پنبه با ۱۳/۶ درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2017). عوامل زیادی در کاهش عملکرد پنبه در ایران نقش دارندکه از آن جمله تنش‌های زنده (آفات و بیماری‌ها) و تنش‌های غیرزنده (شوری و خشکی و ....) را می‌توان نام برد. تنش رطوبتی بسیاری از جنبه‌های متابولیسم و رشدی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Prisco *et al.*, 1992). آب یکی از عوامل اصلی فعال کننده جوانه‌زنی می‌باشد و قابلیت دسترسی بذر به آب با کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک، کاهش می‌یابد و لذا پتانسیل آب محیط تاثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و جوانه‌زنی بذر و نهایتاً عملکرد دارد (Rahimian Mashhadi *et al.*, 1991). طی تحقیقی در ارتباط با تاثیر پتانسیل‌های ۱- بار، ۴- بار و ۸- بار حاصل از کاربرد پلی اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و سبز شدن ۴۰ ژنوتیپ پنبه انجام و مشخص شد با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به قسمت هوایی افزایش یافت و ارتفاع گیاه کاهش پیدا کرد (Farzaneh *et al.*, 2001). به‌منظور بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات کمّی و کیفی چهار رقم پنبه آزمایشی در سه سطح آبیاری ۶۵، ۱۰۰ و ۱۳۵ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک انجام شد. نتایج نشان داد تاثیر آبیاری بر تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه، ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ، تعداد شاخه رویا، زودرسی و عملکرد معنی‌دار بود (Tamadon Rastegar *et al.*, 2014). همچنین، آبیاری پنبه در مرحله گلدهی با دور ۵ روزه، عملکرد را نسبت به آبیاری با دور ۱۰-۱۴ روزه و با مقادیر آب مساوی به میزان ۲۵ درصد افزایش داد (Radin *et al.*, 1992). طی تحقیقی اثر پتانسیل‌های ماتریک خاک ۰/۱-، ۰/۵-، ۱-، ۲- و ۱۵- بار را روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت و پنبه بررسی و مشاهده گردید، با کاهش پتانسیل ماتریک خاک درصد جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش معنی‌داری بویژه در پتانسیل‌های از ۱- بار به ۲- بار نمود. در پتانسیل‌های ۲- بار و ۱۵- بار جوانه‌زنی صورت نگرفت، علاوه بر این میزان کاهش ساقه‌چه در مقایسه با ریشه‌چه با منفی‌تر شدن پتانسیل خاک بیشتر بود. همچنین، مشاهده شد افزایش پتانسیل اسمزی و تنش خشکی باعث تاثیر منفی بر فتوسیستم‌ها شده و قدرت احیاکنندگی فتوسیستم ۲ را کاهش می‌دهد و در نتیجه باعث کاهش فتوسنتز و در نهایت عملکرد گیاه می‌شود. زمان و شدت تنش آب تأثیر مهمی بر عملکرد الیاف پنبه دارد (Murungu *et al.*, 2003). همچنین، آزمایش‌ها نشان داده که از نسبت رشد محصول به وسیله تنش آبی از طریق کاهش تعداد و اندازه سطح برگ تولیدی، کاسته می‌شود (Carig *et al.*, 2009).

هر ساله مطالعات فراوانی روی جنبه‌های مختلف گیاهان زراعی انجام می‌گیرد. به دلیل تاثیر عوامل مختلف، نتایج این آزمایش‌ها مشابه نبوده و گاهی متناقض است. برای مثال، نتایج

مطالعات انجام شده روی تاثیر اندازه بذر بر سرعت سبزشدن متفاوت است. برخی حاکی از تاثیر مثبت، برخی تاثیر منفی و برخی تاثیری گزارش نکرده‌اند. در چنین مواردی نتیجه گیری نهایی با مشکل مواجه است. روش فراتحلیل (متاآنالیز) برای چنین شرایطی به وجود آمده است. اصطلاح فراتحلیل (متاآنالیز) برای نخستین بار توسط گلس (Glass, 1976) در انجمن پژوهشی آموزشی آمریکا به کار برده شد. هدف متاآنالیز به‌دست 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. اخیراً محققان انگشت شماری در علوم زراعی از روشی آماری (متاآنالیز) برای مقایسه نتایج تحقیقات مختلف استفاده کرده‌اند (Linquist *et al.*, 2013) 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 گرفته است. با کمک این روش مطالعات مختلف روی یک موضوع خاص به‌صورت آماری تحلیل شده و نتیجه‌گیری قابل اعتماد از مطالعات متعدد، پراکنده و حتی متناقض به‌عمل می‌آید. با کمک این روش می‌توان تحقیقات بی‌شماری که روی موضوعات خاص (مثل تراکم و تاریخ کاشت، مصرف آب و کود و به کارگیری انواع تیمارها) انجام شده است را جمع‌بندی نموده و به نتیجه‌گیری رسید.

در این مقاله اساس آماری روش فراتحلیل توضیح داده شده، مزایا و محدودیت‌های آن و نحوه کاربرد آن همراه با مثال (از مطالعات داخلی و خارجی) مورد بحث قرارخواهد گرفت. بنابراین، این بررسی با هدف مطالعه فراتحلیلی تاثیر تنش خشکی بر رشد و عملکرد پنبه در ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد، تعداد غوزه و ارتفاع پنبه در ایران مورد سنجش قرار گرفت که مقالات مرتبط با موضوع تحقیق جمع‌آوری شد. در مرحله بعدی و با توجه به مقالات جمع‌آوری شده صفاتی که بیشترین فراوانی را داشتند در بین مقالات جستجو شده انتخاب شدند و در گام بعد داده‌های ارایه شده در هر یک از مقالات در ارتباط با صفات منتخب استخراج و در نرم‌افزار Excell وارد شدند. برای هر صفت در نرم‌افزار اکسل میانگین تیمار شاهد، میانگین تیمارها، میانگین خطای آزمایشی، تعداد تیمار شاهد و تعداد تیمارهای اصلی را از مقالات استخراج کرده و وارد اکسل کرده و سپس اندازه اثر تعیین شد و برای مقایسه آنها حدود اطمینان حول میانگین‌ها و یا شیب‌ها تعیین شد. شرح کامل روش محاسبات آماری فراتحلیل توسط گوروپچ و هگز (Gurevitch and Hedges, 1999) ارایه شده است. 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 کودی) است که به آن اندازه اثر (d) گفته می‌شود. بنابراین برای هر یک از آزمایش‌های مستقلی که در این فراتحلیل مورد بررسی قرار گرفته‌اند یک مقدار d محاسبه شد (معادله ۱). لازم به ذکر است که اندازه اثر هم برای میانگین سطوح کودی و هم برای هر سطح کودی بطور جداگانه محاسبه شد.

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

که در آن $\overline{X}_c$ و $\overline{X}_t$ به‌ترتیب میانگین تیمارهای شاهد و کودی، Sp انحراف معیار تلفیق شده میانگین‌ها و J ضریب تصحیح برای اریب بودن انحراف معیار میانگین‌ها می‌باشند. مقادیر J و Sp به‌ترتیب از معادلات ۲ و ۳ محاسبه می‌شود:

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

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

که در آنها Sc و St به‌ترتیب انحراف معیار میانگین شاهد و تیمار کودی، dfc و dft به‌ترتیب درجه آزادی شاهد و تیمار کودی می‌باشند. در صورتی که مقادیر انحراف معیار میانگین‌ها در مقاله ذکر نشده باشد می‌توان مقدار Sp را بر اساس واریانس خطای آزمایش (MSE) که در جداول تجزیه واریانس در مقالات ارایه می‌شود از معادله ۴ برآورد کرد:

$$S_p = \sqrt{\left(\frac{n_c + n_t - 2}{n_c + n_t}\right) MSE} \qquad \text{(معادله۴)}$$

که در آن nc و nt به ترتیب تعداد تکرارهای شاهد و تیمار می‌باشند.

بدون شک همه آزمایش‌های تحت بررسی از دقت یکسانی برخوردار نمی‌باشند. 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 (Vd) محاسبه شد (معادله ۵):

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

عکس این واریانس وزن مربوط به آن آزمایش می‌باشد، به این ترتیب هر آزمایشی که واریانس کوچک‌تری داشته باشد وزن بیشتری خواهد داشت (معادله ۶).

$$w_i = \frac{1}{V_d} \qquad \text{(معادله۶)}$$

در نهایت یک اندازه اثر کل یا یا تجمعی (d*) محاسبه می‌شود که در واقع اختلاف استاندارد شده میان شاهد و تیمارهای کودی برای کلیه آزمایش‌ها تحت بررسی می‌باشد (معادله۷):

$$d^* = \frac{\sum w_i d_i}{\sum w_i} \qquad \text{(معادله ۷)}$$

و انحراف معیار آن (Sd*) نیز از معادله ۸ به‌دست خواهد آمد:

$$S_{d^*} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}} \qquad \text{(معادله ۸)}$$

آخرین مرحله از فراتحلیل آزمون معنی‌داری d* است، با معلوم بودن Sd* می‌توان فاصله اطمینان d* را محاسبه کرد چنانچه این فاصله اطمینان با صفر همپوشانی داشته باشد، اندازه اثر تجمعی موزون شده (d*) بی‌معنی بوده و شاهد با تیمار تفاوتی ندارد و در غیر این‌صورت اختلاف

تیمار از شاهد به‌طور معنی‌داری از صفر بیشتر است. در نهایت از آزمون t بر تشخیص معنی‌داری با توجه به سطح معنی‌داری زیر ۰/۰۵ استفاده شد که خود نرم‌افزار اکسل طراحی شده جهت انجام فراتحلیل این مورد را تشخیص می‌دهد و نیازی به محاسبه ما نیست. کلیه رسم شکل‌ها با اکسل انجام شد.

تفسیر نمودار انباشت

نمودار انباشت نمونه‌ای از رایج‌ترین نمودارهای فرا تحلیل است. در این نمودار اگر خط فاصله اطمینان، خط بدون تاثیر یا خط صفر را قطع نکند اندازهٔ اثر صفت موردنظر معنی‌دار است. به‌عبارت دیگر اختلاف تیمار و شاهد از نظر آماری معنی‌دار است. مطالعات به دو دسته معنی‌دار و غیرمعنی‌دار تقسیم می‌شود که اگر تیمارها خط صفر را قطع کنند مطالعه معنی‌دار نمی‌باشد و اگر تیمارها خط صفر را قطع نکنند این مطالعه معنی‌دار است. همچنین، اگر تحقیقات معنی‌دار شده، در سمت راست محور صفر قرار گیرد یعنی تیمار باعث افزایش صفت مورد نظر شده است اگر در سمت چپ آن قرار گیرد بیانگر آن است که صفت مورد نظر در برابر تیمار کاهش پیدا کرده است.

تفسیر نمودار قیفی

برای میانگین‌ها و نتایجی که از فرا تحلیل به‌دست می‌آید و نیز برای نمایش میزان انحراف در آزمایش‌ها از نمودار قیفی استفاده شده است. نقاط سیاه رنگ در این نمودار، بیانگر شماره مقالات مورد استفاده می‌باشد. حداکثر دقت آزمایش‌ها وقتی است که خطای استاندارد صفر باشد. خط میانی نشانگر شاخص تاثیر اندازه بر صفت مورد نظر بوده و خط منقطع کناری، حدود اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر اگر تعداد نقاطی که در بررسی استفاده می‌کنیم در داخل محدوده‌ی مثلث باشد بیانگر معنی‌دار بودن نتایج است و اگر در بیرون محدوده قرار گیرند آزمایش‌ها از دقت پایینی برخوردار است. محور افقی در نمودار قیفی نشان دهنده اندازه اثر می‌باشد و محور عمودی لگاریتم خطای استاندارد (SE) را نشان می‌دهد. در نمودار قیفی اریب بودن آزمایش‌ها را پیدا کرده و درباره کیفیت آنها بحث می‌کنیم. در صورت وجود اریبی در انتشار نتایج، نمودار قیفی ترسیم شده در قسمت بازتر قیف نمودار در پایین نمودار، حالت نامتقارن گرفته و تعداد قابل ملاحظه‌ای از نقاط حذف شده احتمالی، در یک سمت قیف متمرکز شده باشند. براساس توضیحات فوق می‌توان بیان نمود که کاربرد اصلی نمودار قیفی نشان‌دهنده میزان سوگیری در آزمایش‌ها می‌باشد. البته باید اذعان نمود که اریبی آزمایش‌ها از نظر شکل ظاهری نمودارها در بررسی‌های مختلف ممکن است متفاوت باشد. در بعضی مقالات محورهای افقی و عمودی متفاوت باشد ولی مفهوم کلی و اصول ترسیم آنها تقریباً یکسان می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج این بررسی نشان داد که از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ تعداد ۲۰ مقاله و پایان نامه در داخل کشور در خصوص اثر تنش خشکی بر عملکرد، ارتفاع و تعداد غوزه در پنبه انجام شده است. از این تعداد ۲۰ مقاله دارای تیمار شاهد یا ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بوده‌اند. ۱۵ مقاله دارای تیمار ۵۶-۷۰، ۱۶ مقاله دارای تیمار ۴۱-۵۵ درصد طرفیت زراعی مزرعه بوده و ۱۸ مقاله دارای تیمار ۲۵-۴۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه بوده‌اند (شکل ۱). عملکرد دانه در تیمار شاهد ۲۶۹۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که از لحاظ آماری

تفاوت معنی‌داری با سطح ۴۰-۲۵ درصد ظرفیت زراعی داشت و کمترین عملکرد مربوط به تیمار ۴۰- ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و بالاترین عملکرد مربوط به تیمار بدون تنش خشکی بود (شکل ۲). ارتفاع در تیمار شاهد ۸۹/۱ سانتی‌متر حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۴۰-۲۵ درصد ظرفیت زراعی نشان داد و کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار ۴۰-۲۵ درصد ظرفیت زراعی و بیشترین مربوط به شاهد بود (شکل ۳). تعداد غوزه در تیمار شاهد ۱۵/۱ عدد در بوته بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار ۴۰-۲۵ درصد ظرفیت زراعی نشان داد. نتایج نشان داد که در تمام موارد تعداد غوزه در بوته در گیاهان دارای تنش کمتر از تیمار شاهد بود (شکل ۴).

مقایسه سطوح تنش خشکی

اندازه اثر می‌تواند بیانگر میزان پراکندگی و اختلاف بین داده‌ها در آزمایش‌های مختلف باشد. میزان اندازه اثر که در شکل اندازه اثر و نمودار انباشت نشان داده می‌شود با آزمون t سنجیده می‌شود و در صورتی‌که معنی‌دار باشد بیانگر آن است که اختلاف بین آزمایش‌های مختلف از نظر یک صفت خاص مثل عملکرد تحت یک تیمار خاص مانند تنش خشکی معنی‌دار بوده است. از طرفی هرچه میزان انحراف معیار که در شکل اندازه اثر و نمودار انباشت و نمودار قیفی نشان داده می‌شود بیشتر باشد احتمال معنی‌دار شدن یک صفت مانند عملکرد تحت یک تیمار مانند تنش خشکی را کاهش می‌دهد. در این بررسی در نمودار اندازه اثر و انباشت، اندازه اثر به‌صورت نقطه و انحراف معیار در نمودار اندازه اثر و انباشت به ترتیب توسط خطوط عمودی و افقی متصل به نقطه نشان داده شده‌اند (نصف مقدار انحراف معیار بالای نقطه و نصف زیر نقطه). اعداد محور عمودی در نمودار اندازه اثر بیانگر میزان اندازه اثر و همچنین تفاضل بین اعداد محور عمودی بیانگر انحراف معیار می‌باشد. مقادیر استاندارد شده اندازه در خصوص تاثیر تنش خشکی بر عملکرد پنبه (شکل ۵) در هر ۴ تیمار مقایسه شده با شاهد معنی‌دار بود چه در مقایسه میانگین کل تیمارها در برابر شاهد چه در مقایسه تک تک تیمارها در برابر شاهد ($P<۰/۰۰۱$) به دلیل اینکه هیچ کدام از فواصل اطمینان خط صفر را قطع نکردند و بین متغیر مستقل و وابسته ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. یادآوری می‌شود که اندازه اثر برای هر صفت اختلاف میانگین تیمارتنش خشکی از میانگین تیمار شاهد (بدون تنش) می‌باشد. همچنین، مقادیر منفی اندازه اثر در این نمودار نشان‌دهنده تاثیر منفی کاهش درصد ظرفیت زراعی بر عملکرد می‌باشد (شکل۵).

مقادیر استاندارد شده اندازه اثر در خصوص تاثیر تنش خشکی بر ارتفاع (شکل ۶) در تیمار اختلاف شاهد در مقابل میانگین کل، شاهد در مقابل ۵۵-۴۱ درصد ظرفیت زراعی و شاهد در مقابل ۴۰- ۲۵درصد ظرفیت زراعی معنی‌دار شد ($P<۰/۰۰۱$) و فقط در تیمار ۷۰-۵۶ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان نداد زیرا خط صفر را قطع کرد. همچنین، بین متغیر مستقل و وابسته نیز ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. مقادیر منفی اندازه اثر در این نمودار نشان‌دهنده کاهش ارتفاع در اثر کاهش ظرفیت زراعی می‌باشد (شکل ۶).

مقادیر استاندارد شده اندازه اثر در خصوص تاثیر تنش خشکی بر تعداد غوزه (شکل ۷) در تیمار اختلاف شاهد در مقابل میانگین کل، شاهد در مقابل ۵۵-۴۱ درصد ظرفیت زراعی و شاهد در مقابل ۴۰- ۲۵ درصد ظرفیت زراعی معنی‌دار شد

(P<۰/۰۰۱) و فقط در تیمار ۷۰-۵۶ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان نداد زیرا خط صفر را قطع کرد. همچنین، بین متغیر مستقل و وابسته نیز ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. مقادیر منفی اندازه اثر در این نمودار نشان دهنده تاثیر منفی کاهش ظرفیت زراعی بر تعداد غوزه می‌باشد (شکل ۷).

نمودار انباشت و نمودار قیفی

در نمودار انباشت مطالعات به دو دسته معنی‌دار و غیرمعنی‌دار تقسیم می‌شود، که اگر تیمارها خط صفر را قطع کنند مطالعه معنی‌دار نمی‌باشد و اگر تیمارها خط صفر را قطع نکنند این مطالعه معنی‌دار است. همچنین، اگر تحقیقات معنی‌دار شده، در سمت راست محور صفر قرار گیرد یعنی تنش خشکی باعث افزایش صفت مورد نظر شده است اگر در سمت چپ آن قرار گیرد بیانگر آن است که صفت مورد نظر در برابر تنش خشکی کاهش پیدا کرده است. از مجموعه تحقیق‌های مرور شده و جمع‌آوری شده، شکل ۸ به‌دست آمده و نمودار انباشت آن مربوط به بررسی تاثیرپذیری عملکرد پنبه در برابر تنش خشکی که در زیر رسم شده است. با توجه به نمودار از جمله مطالعاتی که در آنها تنش خشکی باعث کاهش عملکرد گردیده می‌توان به مطالعه کرد (Eslami *et al.*, 2009). مقاله‌هایی که دارای وزن بالا و فاصله اطمینان کمتر و دقت بالاتری هستند در سمت چپ نمودار قرار گرفته‌اند چرا که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد شده است و از بین این مقالات، مقاله علیخوا و احمدی خواه (Alikha and Ahmadikhah, 2009) بیشترین وزن و کمترین فاصله اطمینان را دارا می‌باشد. بالا بودن فاصله اطمینان بیانگر پایین بودن دقت آزمایش و در نتیجه وزن حاصله از آن می‌شود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود از جمله این تحقیقات با وزن پایین و دقت کم می‌توان به مقالات اکبری نودهی (Akbari Nodehi, 2010) و هند و زقیمیقول (Hand and Zeghimigol, 2009) اشاره نمود. از جمله مطالعاتی که معنی‌دار نمی‌باشد می‌توان به مطالعه کریمی قکاری و همکاران (Karimi Goghkari *et al.*, 2013) اشاره کرد.

برای میانگین‌ها و نتایجی که از فراتحلیل بدست می‌آید و نیز برای نمایش میزان انحراف در آزمایش‌ها از نمودار قیفی استفاده می‌کنیم نمودار قیفی مربوط به تاثیر عملکرد پنبه در ارتباط با تنش خشکی در شکل ۹ نشان داده شده است. حداکثر دقت آزمایش‌ها وقتی است که خطای استاندارد صفر باشد. کوپاس (Copas and Qing Shin, 2000) بیان کرد که در نمودار قیفی، خط میانی نشانگر شاخص تاثیر اندازه بر صفت مورد نظر بوده است و خط منقطع کناری، حدود اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر نقاطی که در داخل محدوده‌ی مثلث باشد بیانگر معنی‌دار بودن نتایج است و اگر مطالعات خارج از قیف قرار گیرند معنی‌دار نمی‌باشند و همچنین دقت مطالعات وقتی زیاد می‌باشد که به‌صورت متقارن اطراف محور عمودی و نزدیک صفر قرار گیرند. محور افقی در نمودار قیفی نشان‌دهنده اندازه اثر می‌باشد و محور عمودی لگاریتم خطای استاندارد (SE) را نشان می‌دهد. در خصوص نمودار قیفی تنش خشکی بر عملکرد باید گفت اکثر مطالعات به یک سمت نمودار سوگیری دارند که اریبی بیشتر و دقت کم مطالعات را نشان می‌دهد که می‌تواند به علت تمایل محقق برای به دست آوردن نتایج از پیش تعیین شده و یا حجم نمونه کم باشد. همچنین، مطالعاتی که خارج از

محدوده ۹۵ درصدی اطمینان و قیف قرار دارند معنی‌دار نمی‌باشند (شکل ۹). از مجموعه تحقیق‌های مرور شده و جمع‌آوری شده، شکل ۱۰ به‌دست آمده و نمودار انباشت آن مربوط به بررسی تاثیرپذیری ارتفاع پنبه در برابر تنش خشکی که در زیر رسم شده است. با توجه به نمودار اکثر مطالعات در سمت چپ نمودار قرار گرفته‌اند که حاکی از تاثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد است. از بین تمام مطالعات، مطالعه کریمی و همکاران (Karimi *et al.*, 2015) بیشترین وزن و دقت و کمترین فاصله اطمینان را دارد. از جمله مطالعات با وزن بالا و دقت پایین می‌توان به مطالعه احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) اشاره کرد. همچنین، از جمله مطالعاتی که معنی‌دار نشده و خط صفر را قطع کرده‌اند می‌توان به مطالعه علیخواه و احمدی‌خواه (Alikhah and Ahmadikhah, 2009) اشاره کرد. با بررسی نمودار قیفی تنش خشکی بر ارتفاع مشخص اکثر مطالعات به یک سمت نمودار سوگیری دارند که اریبی بیشتر و دقت کم مطالعات را نشان می‌دهد که می‌تواند به علت تمایل محقق برای به‌دست آوردن نتایج از پیش تعیین شده و یا حجم نمونه کم باشد. همچنین، مطالعاتی که خارج از محدوده ۹۵ درصدی اطمینان و قیف قرار دارند معنی‌دار نمی‌باشند (شکل ۱۱). از مجموعه تحقیق‌های مرور شده و جمع‌آوری شده، شکل ۹ و ۱۲ به دست آمده و نمودار انباشت آن مربوط به بررسی تاثیرپذیری تعداد غوزه پنبه در برابر تنش خشکی رسم شده است. از آنجا که اکثر مطالعات در سمت چپ نمودار انباشت قرار گرفته‌اند، در نتیجه تنش خشکی باعث کاهش تعداد غوزه گردید. از جمله مطالعات با دقت بالاو وزن بالا و فاصله اطمینان کم می‌توان به مطالعه رضائی تولایی (Rezaie Tolaei *et al.*, 2014) اشاره کرد. همچنین، از جمله مطالعات با وزن پایین، فاصله اطمینان بالا و دقت پایین می‌توان به مطالعه اسلامی و همکاران (Eslami *et al.*, 2009) اشاره کرد. از جمله مطالعات معنی‌دار نشده هم می‌توان به مطالعه اکبراوندهی (Akbari Nodehi, 2013) اشاره کرد که خط صفر را قطع کرده‌اند (شکل ۱۲).

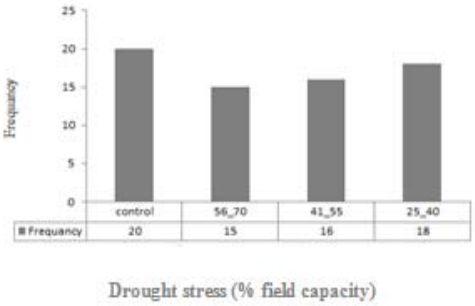
با بررسی نمودار قیفی تنش خشکی بر تعداد غوزه مشخص شد میزان اریب نسبت به نمودارهای قیفی صفات قبلی کمتر است اما در نمودار فوق آزمایش‌هایی دقیق می‌باشد که دارای انحراف استاندارد کمتر بوده و همچنین دقت مطالعات وقتی زیاد می‌باشد که به‌صورت متقارن اطراف محورعمودی و نزدیک صفر قرار گیرند. بنابراین، در کل دقت مطالعاتی که در این زمینه انجام شده زیاد نمی‌باشد. مطالعاتی که خارج از محدوده ۹۵ درصدی اطمینان و قیف قرار دارند معنی‌دار نمی‌باشند (شکل ۱۳).

افزایش شدت تنش، موجب اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه در اثر آب کشیدگی می‌شود. کاهش فتوسنتز و کاهش عملکرد در گیاه پنبه تحت شرایط تنش خشکی به دلیل در معرض قرار گرفتن گیاهان به انرژی اضافی است که اگر این انرژی به صورت مطلوبی مصرف نگردد ممکن است برای فتوسیستم ۲ مضر باشدکه مرکزی برای واکنش‌های احیایی و اکسیداسیون محسوب می‌گردد. همچنین، این انرژی اضافی باعث تولید پراکسید هیدروژن در کلروپلاست‌ها می‌شود. پراکسید هیدروژن می‌تواند در کلروپلاست‌ها اثرات سمی ایجاد نماید. زیرا از فعالیت آنزیم‌های چرخه کلوین که مرتبط با واکنش گروه‌های هیدروسولفیدریل در چرخه مزبور می‌باشند،

جلوگیری می‌نماید (Deeba *et al.*, 2012). تنش رطوبتی در اوایل فصل موجب ریزش غنچه‌ها می‌شود در نتیجه کاهش میزان تولید گل را به همراه دارد و در اواسط فصل موجب کاهش نگهداری غوزه‌ها جوان و زودرس شدن غوزه‌های قدیمی می‌گردد (Grimes *et al.*, 1978). کاهش عملکرد در نتیجه تنش خشکی و افزایش فواصل آبیاری توسط سراج و سینکلر (Seraj and Sinclair, 2002) نیز گزارش شده است. بررسی واکنش‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی پنبه نسبت به تنش آبی نشان داد که کمبود بیش از حد آب باعث کاهش توسعه برگ و گلدهی و عدم توانایی گیاه برای نگه‌داری غوزه می‌شود (White and Raine, 2004). با بررسی اثر متقابل تنش خشکی را بر وزن‌تر و خشک گیاهان زراعی مشخص شد که کمبود آب، باعث کاهش وزن تازه و خشک ساقه می‌گردد. وزن خشک اندام هوایی همبستگی معنی‌داری با تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ‌ها و نیز دوام سطح برگ دارد. از این رو به اثرات خشکی بر برگ می‌توان اشاره کرد که رشد و توسعه برگ حتی با کاهش خیلی کم رطوبت، قبل از اینکه فتوسنتز کاهش یابد تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در واقع مهم‌ترین نتیجه حساسیت رشد سلول به کمبود رطوبت، کاهش قابل توجه در رشد برگ و در نتیجه مساحت برگ است، با کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتز، عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می‌یابد. شیب کاهش عملکرد با افزایش شدت تنش در بررسی حاضر مشاهده شد (Behnamnia *et al.*, 2009). تنش سبب می‌شود تا گیاه مرحله‌ی رویشی را به خوبی طی نکرده و با پتانسیل ضعیف وارد دوره زایشی شود، لذا کاهش مقدار آسیمیلات تولیدی علاوه بر ممانعت از طویل شدن ساقه و کاهش تعداد برگ و محور گل آذین، تشکیل تعداد زیاد گل را محدود کرده و به عبارتی ظرفیت پذیرش مخزن و توان تولیدی منبع هر دو کاهش می‌یابد همچنین با افزایش تنش خشکی، سمیت یونی حاصل از افزایش عناصر زیان بار که سبب اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاهان می‌شود، در نهایت منجر به از بین رفتن و یا کاهش شدید اندام هوایی می‌شود (Miri, 2001).

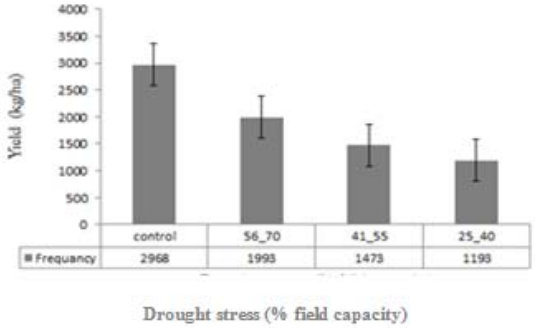
نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که تنش خشکی تاثیر منفی بر عملکرد، ارتفاع و تعداد غوزه در گیاه پنبه داشت. در رابطه با تاثیر تنش خشکی بر عملکردپنبه در بین مطالعاتی که از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ انجام شده بود بیشترین دقت مطالعات مربوط به مطالعه علیخواه و احمدی‌خواه (Alikhah and Ahmadikhah, 2009) بود. در رابطه با تاثیر تنش خشکی بر ارتفاع و تعداد غوزه پنبه بیشترین دقت مطالعات به ترتیب مربوط به مطالعه کریمی و همکاران (Karimi *et al.*, 2015) و رضایی تولایی (Rezaie Tolaei *et al.*, 2014) بود. همچنین مطالعاتی که در زمینه تاثیر تنش خشکی بر عملکرد و ارتفاع پنبه از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷در ایران انجام شد اکثراً اریبی بیشتر و نااریبی کمتر را نشان می‌دهد که می‌تواند به دلیل تمایل محقق برای به‌دست آوردن نتایج از پیش تعیین شده یا حجم نمونه کم باشد و دقت مطالعاتی که در زمینه تاثیر تنش خشکی بر عملکرد، ارتفاع و تعداد غوزه انجام شده بود به دلیل دارا بودن لگاریتم خطای استاندارد بالا زیاد نبود.



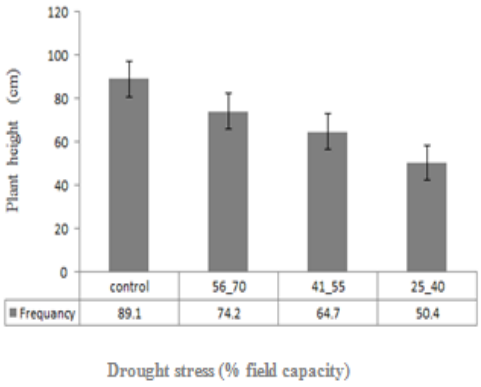
شکل ۱- توزیع فراوانی تیمارها بر حسب تنش خشکی

Figure 1- Frequently distribution of treatments in terms of drought stress



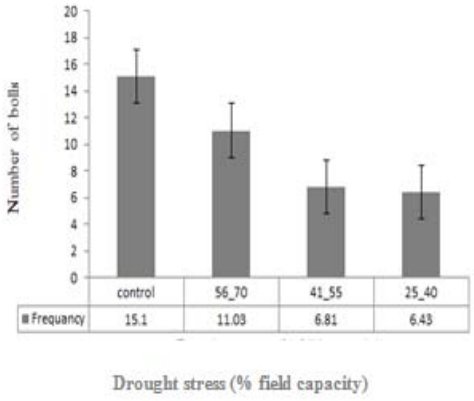
شکل ۲- عملکرد وش تیمارها بر حسب تنش خشکی

Figure 2- Seed yields of treatments in terms of drought stress



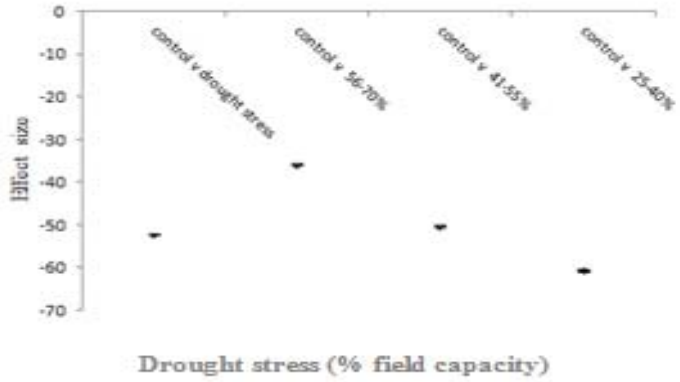
شکل ۳- ارتفاع بوته بر حسب تنش خشکی

Figure 3- Plant height of treatments in terms of drought stress



شکل ۴- تعداد غوزه بر حسب تنش خشکی

Figure 4- Number of bolls in terms of drought stress

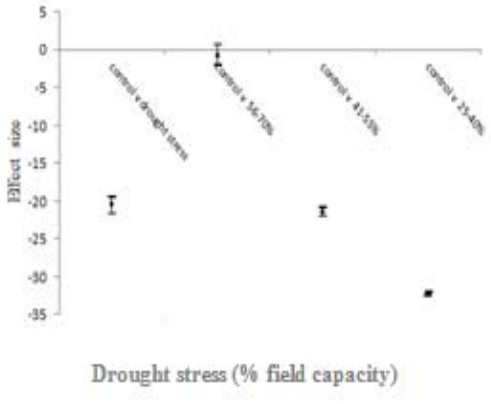


شکل ۵- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد

Figure 5- Comparison of the effects of different levels of drought stress on yield

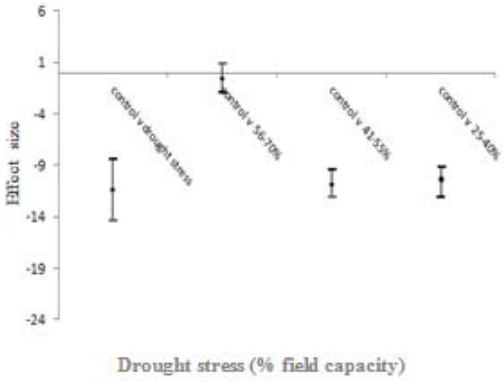
خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می‌باشد.

Vertical lines of the confidence interval of the size of the tuned combined effect among the trials is under investigation. The first comparison is the control against the average of treatments with drought stress.



شکل ۶- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر ارتفاع بوته

Figure 6- Comparison of the effects of different levels of drought stress on bush height

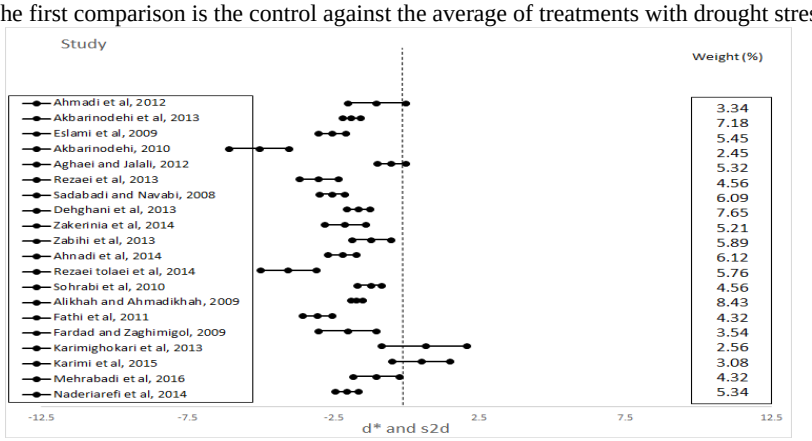


شکل ۷- مقایسه تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر تعداد غوزه در بوته

Figure 7- Comparison of the effects of different levels of drought stress on number of bolls.

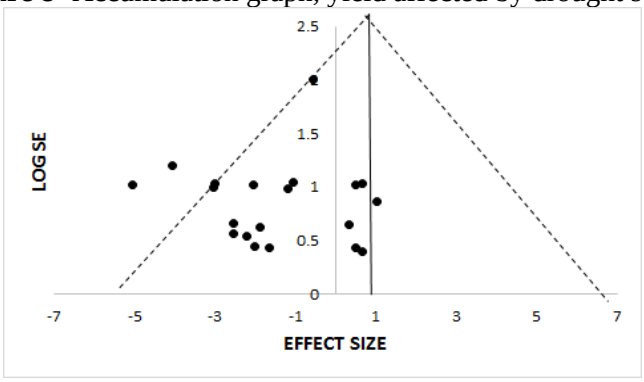
خطوط عمودی فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده در بین آزمایشات تحت بررسی است. اولین مقایسه مربوط به شاهد در مقابل میانگین تیمارهای دارای تنش خشکی می‌باشد.

Vertical lines of the confidence interval of the size of the tuned combined effect among the trials is under investigation. The first comparison is the control against the average of treatments with drought stress.



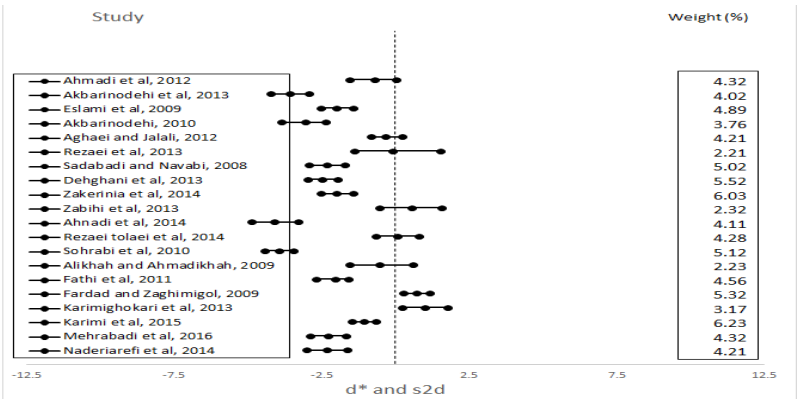
شکل ۸-نمودار انباشت، تاثیر پذیری عملکرد در برابر تنش خشکی

Figure 8- Accumulation graph, yield affected by drought stress



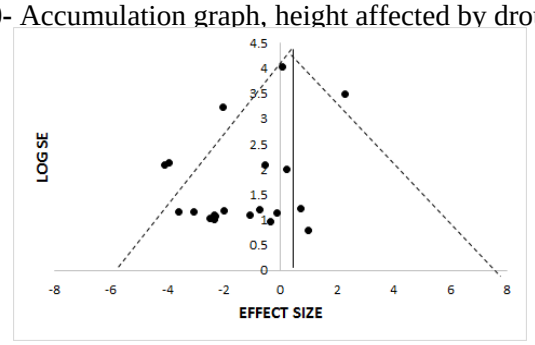
شکل ۹- نمودار قیفی، تاثیر پذیری عملکرد در برابر تنش خشکی

Figure 9- Funnel graph, yield affected by drought stress



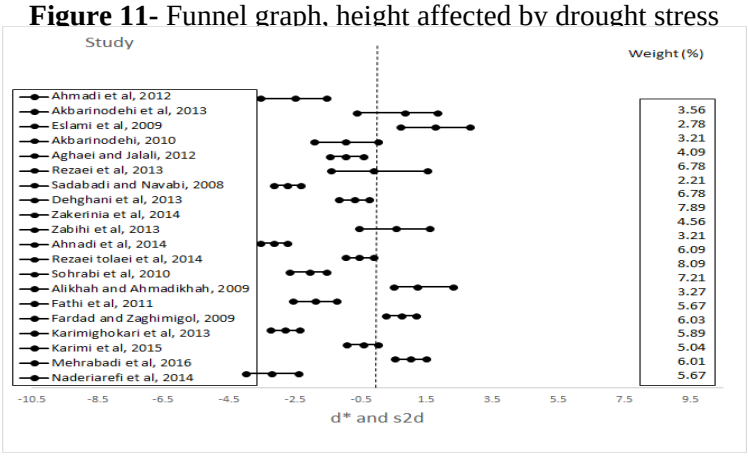
شکل ۱۰- نمودار انباشت، تاثیر پذیری ارتفاع بوته در برابر تنش خشکی

Figure 10- Accumulation graph, height affected by drought stress



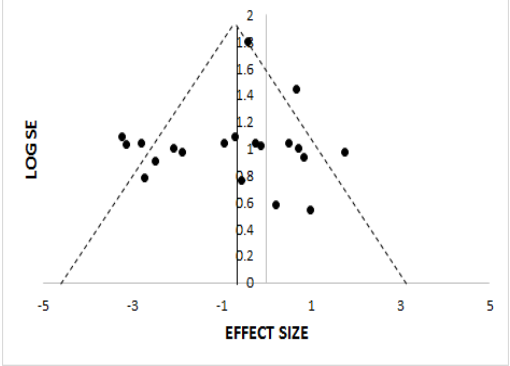
شکل ۱۱- نمودار قیفی، تاثیر پذیری ارتفاع بوته در برابر تنش خشکی

Figure 11- Funnel graph, height affected by drought stress



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

Figure 12- Accumulation graph, number of bolls affected by drought stress



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

Figure 13- Funnel graph, number of bolls affected by droyght stress

References منابع مورد استفاده

- Ahmadi, K., H. R. Ebadzadeh, H. Abdoshah, A. Kazemi, and M. Rafie. 2017. *Agricultural Statistics*. 1: 34-35. (In Persian)
- Ahmadi, A., A. Nader Arefi, A.R. Tavakoli, M.R. Vafaietabar, and M. Sabokdast. 2012. Effect of water stress on physiological characteristics of leaves and drought resistance od different cotton genotypes. *Crop Improvement Journal*. 18(4): 987-999. (In Persian).
- Ahmadi, S.M.R., B. Sohrabi, and H. Aminpanah. 2014. Reducing the effect of drought stress on cotton yield and yield components using superabsorbent. *Iranian Cotton Research Journal*. 2(2): 107-117. (In Persian).
- Anonymous. 2017. Agricultural statistics. Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian).
- Akbari Nodehi, D. 2010. Effect of drought sress in different stages of growth on yield and water use efficiencyof cotton seed. *Journal of Water Management and Irrigation*. 7(2): 305-318. (In Persian).
- Akbari Nodehi, D., H. Poormotaleb, and A.R. Birzad. 2013. Effect of different water levels on yield, water efficiency and determination of cotton function in mazandaran province. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*. 2: 21(1): 103-111. (In Persian).
- Alikhah, H.R., and M.R. Ahmadikhah. 2009. Evaluation of morphological characteristics of cotton cultivars under stress of water deficit in seedling stage. *Iranian Journal of Agricultural Researches*. 14(3): 403-414. (In Persian).
- Behnamnia, M., Kh.M. Kalantari, and F. Rezanejad. 2009. Exogenous application of brassinosteroid alleviates drought-induced oxidative stress in *Lycopersicom esculentum* L. *General and Applied Plant Physiolgy*. 35(1-2): 22-34.
- Carig, D.A., K. Macalady, and H. Chenchouni. 2009. Aglobal overview of drought and heat-induced tree morality reveals emerging climate change risk for forests. *Forest Ecology and Management*. doi: 10.1016/j-foreco.2009.09.001.
- Copas, J., and J. Qing Shin. 2000. Meta-analysis, funnel plots and sensivityanalysis. *Biostatistics.* 1(3): 247-262.
- Deeba, F., A.K. Pandey, S. Ranjan, A. Mishra, R. Singh, Y.K. Sharma, P.A. Shirke, and V. Pandey. 2012. Physiologicaland proteomic responses of cotton to drought stress. *Plant Phsiology and Biochemistry*. 53: 6-18.
- Eslami, A.R., M. Armin, and M. Heidari. 2009. Effect of different amounts of potassium on yield and yield components of cotton in early drought stress condition. *Crop Improvement Journal*. 8(2): 15-22. (In Persian).
- Farzaneh, S., R. Seyed Sharifi, and F. Akram Ghaderi. 2001. Effect of drought stress and seedling growth of cotton cultivars under laboratory conditions. *Joural of Agricultural Science*. 43: 81-93. (In Persian).
- Glass, G.V. 1976. Primary, secondryand meta-analysis. *Educational Research*. 5:10-24.
- Grimes, D.W., W.L. Dickens, and H. Yamada. 1978. Early season water managementfor cotton. *Agronomy and Crop Science*. 70:1009-1012.

- Gurevitch, J., and L.V. Hedges. 1999. Statistical issues in ecological meta-analysis. *Ecology*. 80: 1142–1149.
- Hand, F., and R. Zeghimigol. 2009. Optimizing water use for cotton irrigation in Gorgan region. *Iranian Journal of Agricultural Sciences.* 36: 5-12. (In Persian).
- Karimi, M., A. Hezarjaribi, Gh. Ghorbani Nasrabad, and M. Hesam. 2015. Effect of different levels of irrigation on cotton yield of Golestan cultivar and determination of its production function Golestan provinc. 12th Ntional Conference on Irrigation and Evaporation Reduction. 5th and 6th of September 2015.
- Karimi Goghkari, Sh., R. Asadi, and M.R. Khani. 2013. Impact of irrigation on the use of pipe-laying methods to increase the productivity and consumption of cotton. *Journal of Water Research in Agriculture.* 27(2): 1-9. (In Persian).
- Linquist, B.A., L. Liu, C. van Kassel, and K. van Groenigen. 2013. Enhanced efficiency uptake. *Field Crop Research*. 154: 246-254.
- Miri, H.R. 2001. Physiology and yield of crops under drought stress conditions. First Edition. 176 p. (In Persian).
- Murungu, F.S., P. Nyamuga, C. Chiduza, L.J. Clarck, and W.R. Whalley. 2003. Fffects of seed priming. Aggregate size and matric potential on emergence of cotton and maize. *Soil and Tillage Research*. 47(2): 161-168.
- Prisco, J.T., C.R.B. Haddad, and J.L.P. Bastos. 1992. Hydration-dehydration seed pre-treatment and its effect on seed germination under water stress condition. *Revista Brasil De Botan*. 15: 31-50.
- Radin, J.W., L.L. Reaves, J.R. Mauney, and O.F. French. 1992. Irrigation during fruiting. *Agronomy Journal.* 84: 551-557.
- Rahimian Mashhadi, H., A. Bagheri Kazemabadi, and A. Payab. 1991. The effect of different potentials of polyethylene glycol and sodium chloride with temperature on germination of rainbow wheat. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*. 50: 37-47. (In Persian)
- Rezaie Tolaei, M., M.H. Najafi Mood, and M.R. Ramezani Moghaddam. 2014. Effect of drought stress on yield and yield components of four cotton cultivars (case study: Kashmar plain). *Iranian Cotton Research Journal*. 2(5): 104-115. (In Persian).
- Seraj, R., and T.R. Sinclair. 2002. Osmolyte accumulation. Its really help increase crop yield under drought conditions. *Plant, Cell and Environment.* 25: 333-341.
- Tamadon Rasegar, M., H. Gharineh, A. Ebdali Mashadi, and S.A. Siyadat. 2014. The effect of moisture stress on seedling growth characteristics of cotton cultivars. *International Journal of Advanced and Innovative Research*. 3(4): 20-35).
- White, S.C., and S.R. Raine. 2004. Identifying the potential to apply deficit irrigation strategies in cotton using large mobile irrigation machins. Proceeding of the 4th.

Research Article DOI: 10.30495/jcep.2020.676136

Meta-Analytical Study of the Effect of Drought Stress on Cotton's Performance and its Components in Iran

Azadeh Razaji[1], Farzad Panknejad[2*], Maryam Moarefi[3], Abdolmajid Mahdavi Damghani[4], and Mohammad Nabi Ilkaee[5]

Received: July 2019 , Revised: 23 February 2020, Accepted: 25 April 2020

Abstract

Researches related to the evaluation of the effect of the inputs dates back to long ago in Iran. However, due to the diversity and scattering of the various experimental results, it is difficult to reach to a general conclusion. The present study has made use of meta-analysis to overcome such a problem thereby to blend and reanalyze the findings of independent experiments for achieving a single result. To do so, the scientific-research articles published by the researchers from 1996 up to 2017 inside the country concerning the effect of drought stress on the performance, height and number of bolls in cotton were explored. The extend impact of an each trait is the mean difference of the drought stress results compared with control. The diagrammatic results of the drought stress and performance impact sizes showed that all of the stress levels make significant differences in contrast to the evidence treatment ($P<0.001$). Moreover, it was made clear in a contrastive investigation of the diagrammatic results of the height and drought stress impact size and the number of the bolls and drought stress impact sizes that there is a significant difference between the evidence treatment and the total mean, the evidence treatment and 41%-55% of the cultivation capacity and the evidence treatment and 25%-40% of the cultivation capacity. The results of the cumulative diagram of the effect of drought stress on performance, height and number of bolls indicated that the majority of the studies fall on the left side of the diagram which is indicative of the adverse effect of the drought stress on the related traits. In addition, the results of the funnel chart demonstrated that the studies performed in Iran on cotton and drought stress are not much precise (bias and low sample volume).

Key words: Height and Number of bolls, Accumulation graph, Funnel graph, Germination.

1- Ph.D. Student of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2- Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
4- Associate Professor, Agro-ecology, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
5- Associate Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
**Corresponding Author:* farzadpaknejad@yahoo.com