مطالعه فراتحلیل اثرات تنش خشکی بر برخی صفات دانه آفتابگردان روغنی

محسن رضایی[۱]، محمد نبی ایلکایی*[۲]، عبدالمجید مهدوی دامغانی [۳]، سعید صوفی زاده[٤]، فیاض آقایاری [٥]

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۳- دانشیار گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران
٤- استادیار گروه کشاورزی اکولوژیک، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران
٥- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
* ایمیل نویسنده مسئول: nabiilkaee4@gmail.com
(تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰۲/۲۳- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۳/۳۰)

چکیده

بررسی‌های زیادی در ارتباط با اثرات تنش خشکی در کشور و سایر نقاط جهان بر آفتابگردان روغنی انجام شده و به صورت مقالات معتبر چاپ شده است. نتیجه‌گیری حاصل از مجموعه مطالعات انجام شده با استفاده از علم فراتحلیل ما را در شناسایی روند اثرات عوامل موثر بر کمیت و کیفیت تولید گیاه زراعی آفتابگردان یاری می‌کند لذا در این تحقیق از مطالعات مختلف زراعی انتشار یافته در مجلات علمی معتبر ایرانی، خارجی، مقالات داوری شده، از بین ٦۲ مقاله انتخابی، تعداد ۲۸ مقاله مناسب برای فرآیند تجزیه و تحلیل فرا تحلیل شناسایی شدند. صفات مهم استخراج شده از مقالات شامل میانگین های وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، درصد روغن دانه، عملکرد دانه بود. محاسبات آماری فراتحلیل بر اساس روش های هجز و گورویچ صورت گرفت. مطابق نتایج متا – رگرسیون اثرات تنش خشکی شدید بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شد. مطابق شکل‌های رگرسیونی حاصل از اثرات تنش خشکی، روند کاهشی خطی صفاتی چون عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق مشاهده شده، اما روند تغییر درصد روغن دانه تقریباً ثابت بود. مطابق نتایج شدت اثر تنش خشکی در تیمارهای تنش متوسط و شدید عملکرد دانه نسبت به شاهد معنی‌دار نشد. اثر تنش شدید خشکی بر عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق، معنی‌دار شد. در بین نتایج حاصله، بیشترین اندازه اثر مربوط به ۱۵ مطالعه درباره عملکرد دانه (۳/۷۷-)، ۷ مطالعه درباره تعداد بذر در طبق (۳/۳۱-)، ۸ مطالعه درباره وزن هزار دانه (۰/٦۸-) و ۸ مطالعه درباره درصد روغن دانه (٦۰ /۰-) بود. تنش خشکی طبق اولویت ابتدا بر عملکرد دانه، تعداد دانه در طبق با اثرات محدود کننده بیشتری همراه شد.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌گردان روغنی، متا آنالیز، تنش کم‌آبی، عملکرد، اجزای عملکرد

مقدمه

آفتاب‌گردان روغنی از گیاهان مهم روغنی یکساله با سطح زیر کشت ۲۴/۷۷ میلیون هکتار در جهان با میزان تولید ۴۴/۳۱ میلیون تن دانه در تولید ۸ درصد از روغن تجارتی در جهان نقش مهمی بازی می‌کند. ایران با متوسط بارندگی ۲۴۰ میلی متر و حداکثر دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای ۲- درجه سانتی‌گراد از لحاظ اقلیمی به عنوان ناحیه گرم و نیمه خشک می‌باشد (kheyrabi, 1995). بارش محدود به همراه توزیع نامناسب آن همراه با میانگین دماهای بالا و تبخیر زیاد، در افزایش نیاز آبی گیاه موثر می‌باشد. محدودیت منابع آبی در کشور برای دستیابی به عملکرد پتانسیل گیاه، عملیات مکانیزاسیون، کود دهی و حفاظت گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Seghatoleslami *et al.*, 2012) در یک تخمین کلی میزان آب قابل ذخیره در یک متر مربع خاک با بافت سبک ۶۰ میلی متر، بافت متوسط ۱۴۰ میلی‌متر و بافت سنگین ۱۸۰ میلی متر برآورد شده است. مقدار آب خالص مورد نیاز آفتابگردان جهت ممانعت از تنش خشکی در دامنه ای از ۵۱۳ تا تا ۹۲۹ میلی متر در شهرهای مختلف کشور برآورد شده است. نیاز آبی آفتابگردان بسته به میانگین صفاتی چون درجه حرارت، رطوبت نسبی، مقدار بارندگی سالانه، سرعت باد، میزان شدت و مدت تشعشع خورشیدی روزانه و نوع رقم گیاهی متفاوت می باشد. آفتابگردان روغنی متحمل به تنش خشکی است. تبخیر و تعرق گیاه بین ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر متفاوت است و به نوع اقلیم و طول دوره رشد وابسته می‌باشد. تبخیر و تعرق از زمان جوانه زنی در بهار تا گل‌دهی در تابستان با روند افزایشی همراه بوده به شکلی که ۲۰٪ آب مصرفی در دوره رشد رویشی، ۵۵٪ در دوره گل دهی و ۲۵٪ در زمان تشکیل دانه و پر شدن آن می‌باشد (Farshi, 1996). مطابق نتایج (Daneshian *et al.*, 1999) اثر تنش خشکی، تراکم بوته بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی کشت دوم آفتابگردان روغنی نشان داد که تنش خشکی بر پوکی دانه در سطح ۵ درصد، و بر صفاتی چون تعداد برگ در بوته، ارتفاع گیاه، قطر ساقه، وزن ساقه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح ۱٪ با اثر منفی معنی‌داری همراه بود. همچنین اثرات تراکم بوته بر صفاتی چون تعداد برگ در بوته، میانگین وزن طبق، تعداد دانه در گیاه در سطح ۵٪ با اثر منفی و معنی‌داری همراه بود. مطابق نتایج بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۱۲ بوته و کمترین میزان آن در تراکم ۶ بوته در متر مربع حاصل شد.

مطابق نتایج (Roshdi, 2004) کاهش میزان آب مصرفی در حد پایین تر از نیاز آبی گیاه باعث کاهش صفاتی چون شاخص سطح برگ و سرعت رشد نسبی گیاه شد. بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و تنش خشکی در ارقام رکورد و هایسان ۳۳ با سطح آبیاری مطلوب با حداکثر صفاتی چون ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و عملکرد روغن همراه بود. رقم هایسان با فاصله آبیاری ۹۰ میلی متر تبخیر در اوایل و اواخر رشد گیاه برای منطقه خوی مناسب تشخیص داده شد. نتایج مطالعات (Rezaei, 2005) بر اثر دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن آفتابگردان در منطقه فسا نشان دادند که با افزایش دور آبیاری و اعمال تنش خشکی به گیاه، ارتفاع بوته کاهش یافته در حالی که صفاتی چون

عملکرد روغن دانه، وزن طبق، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق کاهش معنی دای در سطح ۵ درصد نشان ندادند. نتایج فراتحلیل اثر خشکی بر عملکرد دانه گندم و برنج نشان از کاهش ۲۷/۵٪ عملکرد دانه در گندم و کاهش ۲۵/٤٪ عملکرد دانه در برنج بوده است (Eziz *et al*., 2017).

مطابق نتایج حاصل از فراتحلیل خشکی در ۱٦۹ مطالعه انجام شده توسط (Nicolas *et al*., 2017) نشان داد که تنش خشکی باعث افزایش رشد ریشه و کاهش رشد ساقه، برگ، اندام های زایشی شده است. در این مطالعه اثرات تنش خشکی بر گیاهان چوبی با تأثیر کمتری نسبت به گیاهان علفی همراه بوده است. ریشه های گیاهان علفی دوساله نیز نسبت به ریشه های یکساله های علفی از حساسیت کمتری نسبت به کاهش صفت، در مقابله با تنش خشکی برخوردار بودند. در مطالعه فراتحلیل (Ruiz & Maddonni, 2006) نشان داده شده است که درصد روغن دانه با تغییرات مخزن و مقصد در هیبرید های مختلف آفتابگردان تغییر نکرد. که این محققان علت این امر را به تغییرات ژنتیکی ایجاد شده در مراحل فیزیولوژیکی گیاه طی مراحل فنولوژیکی تحت تنش خشکی برای نمونه نحوه تسهیم مواد حاصل از فتوسنتز و اثرات اعمال شده از سوی بخش های زایشی (مقصد) و بخش های فتوسنتز کننده گیاه (منبع) نسبت داده شده است. تنش خشکی نه تنها سرعت فتوسنتز در گیاه را کاهش می‌دهد، بلکه به طور مستقیم باعث افزایش برخی ترکیبات با وزن مولکولی پایین مانند الانین، هگزوز، اسید مالیک شده و گیاه آفتابگردان با اتمام تنش خشکی در مراحل فعالیت فتوسنتزی قادر به افزایش سرعت فتوسنتز مجدد و تا اندازه ای جبران اثرات خشکی می باشد (Skoric, 1992). با توجه به محدودیت رفع نیاز آبی آفتابگردان و لزوم اهمیت تولید روغن در کشور و بررسی نهایی مجموعه ای از مطالعات اثرات خشکی بر صفات مهمی چون عملکرد دانه و عملکرد روغن که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی از طریق ارقام مختلف کشت شده در ایران و برخی از کشور ها و شرایط اقلیمی، فیزیکی، شیمیایی و عمق خاک و مدیریت های زراعی مختلف قرار می‌گیرد، بنابر این اجرای فراتحلیل اثرات خشکی و میزان اثرات آن بر صفات مهم اقتصادی در تولید آفتابگردان روغنی ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از مطالعات مختلف زراعی انتشار یافته در مجلات معتبر ایران و برخی از کشور های جهان، مگ ایران و کنفرانس ها علمی معتبر داخلی و خارجی، پایان نامه های انتشار یافته در سایت ها، با کلمات کلیدی آفتابگردان روغنی، تنش خشکی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد، درصد روغن دانه به دو زبان فارسی و انگلیسی گرد آوری شد. در اکثر مقالات تیمار تنش خشکی به عنوان عامل اصلی در نظر گرفته شده بود. اعمال تنش در این مطالعات بر اساس میزان رطوبت خاک صورت گرفته بود. مطالعاتی که اعمال تنش خشکی در مراحل فیزیولوژیکی رشد گیاه مد نظر داشتند از مطالعه حذف شدند. در مطالعات ترکیبی تنها اثرات ساده در فرایند تحلیل در محاسبات لحاظ شدند و در نهایت از بین ٦۲ مقاله، تعداد ۲۸ مقاله انتخاب شده و در فرایند تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار

گرفتند. از مطالعات شرایط دیم و تامین نیاز آبی گیاه از طریق باران صرف نظر شد و تنها از مطالعات با روش آبیاری و بر اساس میزان رطوبت خاک، استفاده شد.

شرح اطلاعات پایه ای مقالات به طور جداگانه ارائه شده است (جدول ۱). آزمون همگنی (فرمول های ۷-۱) با مدل (Hedges *et al*., 1999) مشخص شد. با توجه به نتیجه ی آزمون همگنی برای صفات مورد مطالعه (جدول ۲۱) فرض صفر رد نشده و به دلیل آن که تنها آزمون همگنی و محاسبه معیار معنی‌داری یا مقدار p-valve ۹۵ درصد قابل استنادی برای همگنی نیست، لذا از مدل تصادفی برای متا-آنالیز انتخاب شد. گروه بندی مطالعات برای استخراج ناهمگنی بر اساس سه گروه شاهد (بدون تنش خشکی)، گروه های تنش متوسط و شدید صورت گرفت. اندازه اثر مطالعات با مدل (Hedges *et al*., 1999) به طور جداگانه برای هر گروه بندی صفاتی چون وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، درصد روغن دانه، ارتفاع گیاه، قطر طبق، و عملکرد دانه محاسبه شد.

وزن‌دهی هر یک از مطالعات و رسم شکل انباشت با استفاده از معادله (۸) آن هم در محیط اکسل محاسبه و ترسیم شد. سوگیری مطالعات توسط معادله ی (۹) محاسبه و نمودار ها توسط نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ رسم شدند(Hedges *et al*., 1999).

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

تفاوت میانگین‌های تیمارهای شاهد و تنش خشکی در صورت کسر و مقدار Sp به عنوان انحراف معیار تلفیق میانگین ها در مخرج کسر و مقدار J به عنوان ضریب تصحیح میزان اریبی انحراف معیار میانگین ها در معادله نشان داده شده است. همچنین مقادیر J و Sp به ترتیب از معادلات ۲ و ۳ محاسبه شدند (Hedges *et al*., 1999).

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

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

در این جا Sc و St به ترتیب انحراف معیار میانگین شاهد و تیمار تنش کم آبی، dfc و dft به ترتیب درجه آزادی شاهد و تیمار تنش خشکی می‌باشند. در صورتی که مقادیر انحراف معیار میانگین ها در مقاله ذکر نشده باشد، از مقدار Sp بر اساس واریانس خطای آزمایش (MSE) ارایه شده در جداول تجزیه واریانس مقالات استفاده شده است. همچنین از معادله ٤ جهت برآورد Sp استفاده شده است (Hedges *et al*., 1999):

$$S_p = \sqrt{\left(\frac{n_c + n_t - 2}{n_c + n_t}\right) MSE} \qquad (٤)$$

در این معادله مقادیر nc و nt به ترتیب به عنوان تعداد تکرار های شاهد و تیمار تنش می‌باشند.

بدون شک تمامی آزمایش های 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 آزمایش موزون شود. به این منظور ابتدا واریانس اندازه اثر هر آزمایش (V_d) محاسبه شدند (معادله ۵)

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

نسبت وارون واریانس وزنی مربوط به آزمایش همان اثرات وزنی می‌باشد. هر آزمایشی که از

واریانس کوچکتری برخوردار باشد، بنابر این از وزن بالاتری نیز برخوردار خواهد بود. اندازه اثر کل یا تجمعی (d*) در حقیقت به عنوان اختلاف استاندارد میان شاهد و تیمار تنش در تمام آزمایش های تحت بررسی می‌باشد (معادله ٦):

$$d^* = \frac{\sum w_i d_i}{\sum w_i} \qquad (٦)$$

نحوه محاسبه شاخص انحراف معیار کل (Sd*) مطابق معادله ۷ به عنوان جذر وارون مجموعه ای از وزن ها، نشان داده شده است:

$$S_{d^*} = \sqrt{\frac{1}{\sum w_i}} \qquad (٧)$$

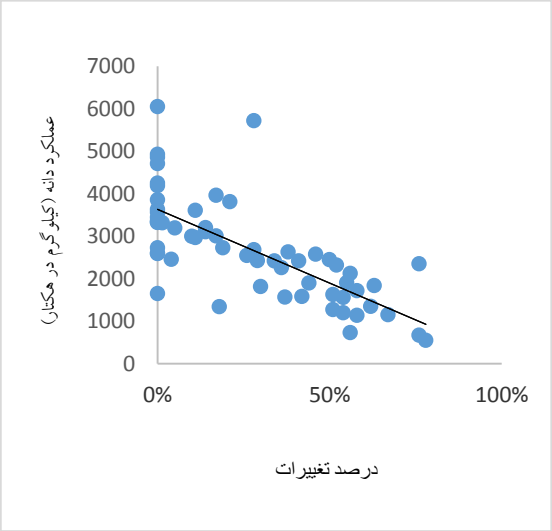
جدول ۱- برخی مشخصات مهم آماری مطالعات انجام شده

نویسنده	مکان آزمایش	نوع طرح آزمایشی	تیمار	معیارهای خطا	تعداد تکرار	تعداد سالهای آزمایش
Seghatoleslami *et al*., 2012	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	نیتروژن + آبیاری	EMS	۳	۱
Yadolahi *et al*., 2016	ایران	اسپلیت پلات در قالب طرح کرت های خرد شده	رقم + تنش خشکی	EMS	۳	۱
Nezami *et al*., 2008	ایران	بلوک کامل تصادفی	تنش خشکی + تأثیر هورمون پیری بر ریزش برگ	EMS	٤	۱
Rauf *et al*., 2012	پاکستان	بلو ک کامل تصادفی	تراکم + تنش خشکی	LSD	۳	۱
Alshikh *et al*., 2015	سودان	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی	SE	۳	۱
Rafiee *et al*., 2004	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	نیتروژن +تنش خشکی	EMS	۳	۱
Allahdadi *et al*., 2011	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی	EMS	۳	۱
Mirshekari *et al*., 2012	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تاریخ کاشت + تنش خشکی	EMS	۳	۲
Abdo *et al*., 2011	مصر	اسپلیت پلات	تاریخ کاشت + تنش خشکی	LSD	٤	۱
Yaghob *et al*., 2010	سودان	فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی	کنترل علف هرز +کم آبی	LSD	٤	۱
Hamzehi *et al*., 2017	مصر	بلوک‌های کامل تصادفی	نیتروژن + آبیاری	EMS	۳	۱
Farooq *et al*., 2009	برزیل	بلوک‌های کامل تصادفی	آبیاری	EMS	٤	۲
kazemini *et al*., 2009	ایران	اسپلیت پلات	آبیاری + تراکم	LSD	۳	۱
Singh *et al*., 1997	هندوستان	بلوک‌های کامل تصادفی	آبیاری	EMS	۳	۱
Rezaei, 2005	ایران	فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی	آبیاری + نیتروژن	EMS	٤	۱
Roshdi, 2004	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	آبیاری	EMS	٤	۲
Behroziyar *et al*., 2009	ایران	اسپلیت فاکتوریل	آبیاری	EMS	۳	۱
Afkari *et al*., 2011	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی + تراکم بوته	EMS	۳	۱
Anoosheh *et al*, 2010	ایران	فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی	کود شیمیایی + تنش خشکی	EMS	۳	۲
Gholinezhad *et al*., 2009	ایران	اسپلیت پلات	تنش خشکی + نیتروژن	EMS	۳	۱
Syenjani *et al*., 2011	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی	EMS	۳	۲
Daneshian *et al*., 1999	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی + تراکم بوته	EMS	٤	۱
Gholinezhad, 2014	ایران	اسپلیت –اسپلیت پلات	تنش خشکی + تراکم بوته + نیتروژن	EMS	۳	۲
Mazaheri laghab *et al*., 2009	ایران	اسپلیت پلات	تنش خشکی	Lsd	۳	۲
Mojadam, 2015	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی + نیتروژن	EMS	۳	۲
Dehkhoda *et al*., 2013	ایران	بلوک‌های کامل تصادفی	تنش خشکی	EMS	۳	۲
Golinejad *et al*., 2009	ایران	اسپلیت – اسپلیت پلات	تنش خشکی	EMS	۳	۲
Jam, 2012	برزیل	اسپلیت پلات	تنش خشکی	LSD	۳	۲
Hamzehi *et al*., 2017	ایران	اسپلست پلات	نیتروژن +آبیاری	EMS	۳	۱

نتایج و بحث

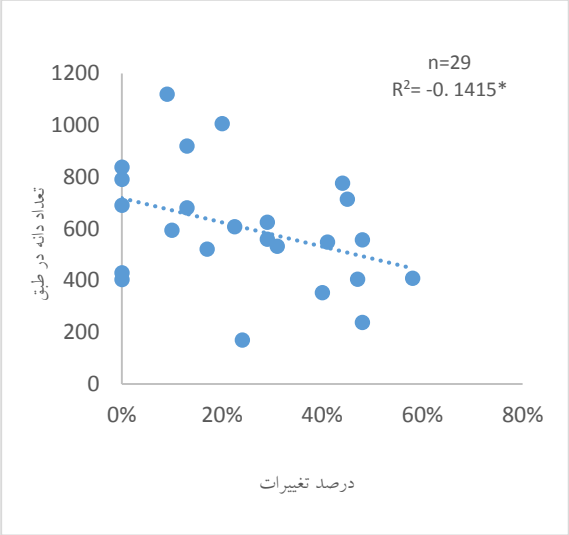
متا–رگرسیون

مطابق نمودار متا–رگرسیون اثرات تنش خشکی بر درصد روغن دانه با افزایش شدت تنش خشکی میزان درصد روغن دانه با روند کاهشی (۰/۲۷٤– R^2=) همراه شد. شکل رگرسیون وزن هزار دانه نیز نشان داد که این روند از کاهش شدیدتر و با همبستگی بالاتری همراه شد. شکل رگرسیونی نشان می‌دهد که در تیمار تنش شدید درصد قابل توجهی از صفت وزن هزار دانه کاهش یافت. مطابق با شکل رگرسیونی تعداد دانه در طبق نسبت به تنش خشکی به طور خطی کاهش یافت. همچنین مطابق با شکل رگرسیونی عملکرد دانه نسبت به روند کاهش رطوبتی خاک کاهش یافت (R^2 = ۰/۵۲۰۹–).



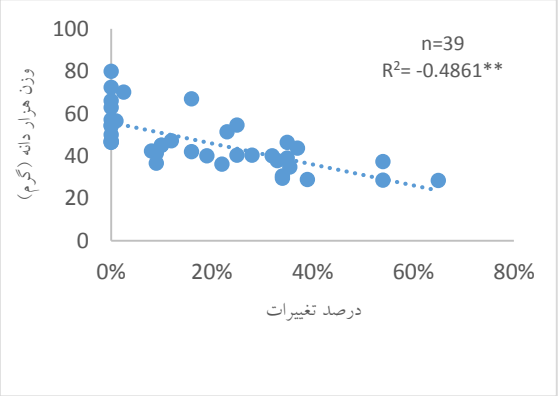
شکل ۱– واکنش درصد تغییرات عملکرد دانه نست به تنش خشکی، معنی‌داری ضرایب تبیین مطابق جدول پیرسون

شاهد = ۰٪ تنش متوسط = ۲۵–۱٪ تنش شدید = ٦۳–۲۵٪

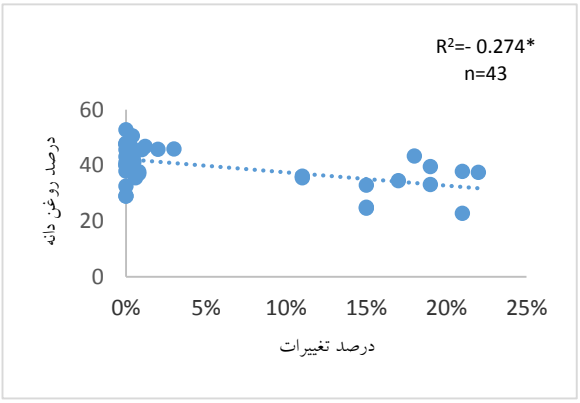


شکل ۲– واکنش درصد تغییرات تعداد دانه در طبق نسبت به تنش خشکی عنی‌داری ضرایب تبیین مطابق جدول پیرسون

شاهد= ۰٪ تنش متوسط = ۲۵–۱٪ تنش شدید = ۵۸–۲۵٪



شکل ۳- واکنش درصد تغییرات وزن هزار دانه نسبت به تنش خشکی، معنی‌داری ضرایب تبیین مطابق جدول پیرسون
شاهد =۰٪ تنش متوسط = ۲۵-۱٪ تنش شدید = ۶۵-۲۵٪

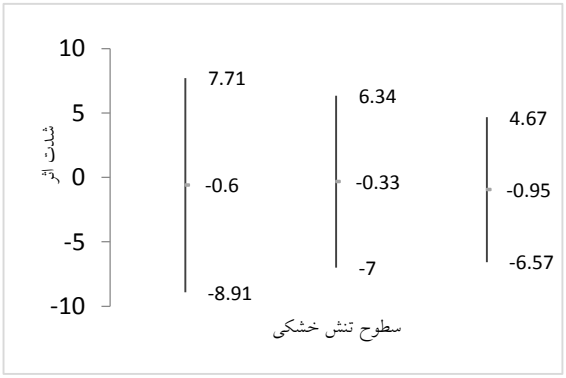


شکل ٤- واکنش درصد تغییرات درصد روغن دانه نسبت به تنش خشکی
معنی‌داری ضرایب تبیین مطابق جدول پیرسون
شاهد =۰ ٪ تنش متوسط = ۱۰-۱٪ تنش شدید = ۲۲-۱۰٪

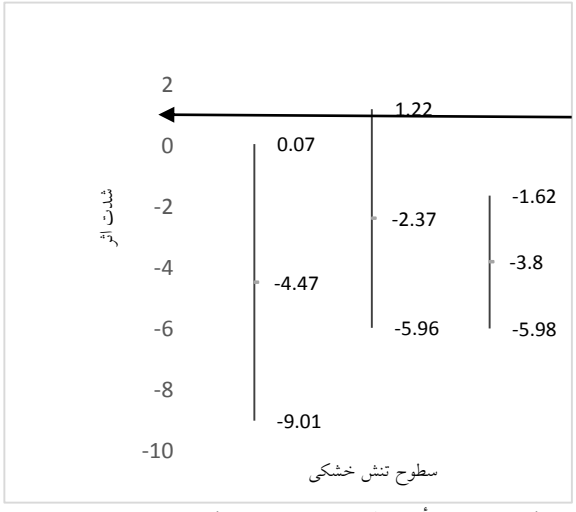
شدت اثر

شدت اثر با مدل (Hedges *et al.*, 1999) محاسبه شد (شکل ۸-۵) سپس رسم شکل شدت اثر در محیط اکسل ۲۰۱٦ انجام شد. در این شکل ها اگر خطوط عمودی خط افق یا تغییرات صفت مورد مطالعه را قطع کند، نشان از عدم تأثیر اندازه اثر و در غیر این صورت، نشان از معنی‌داری اندازه اثر بر صفت می‌باشد (Rajazi *et al.*, 2019)

شکل ٥- مقایسه تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه
خطوط عمودی= فاصله اطمینان اندازه اثرتجمعی موزون شده
اولین خط عمود به عنوان شاهد و خطوط بعدی به ترتیب شامل تنش ملایم و شدید می‌باشد.



شکل ٦- مقایسه تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر درصد روغن دانه.
خطوط عمودی= فاصله اطمینان اندازه اثر تجمعی موزون شده
اولین خط عمود به عنوان شاهد و خطوط بعدی به ترتیب شامل تنش ملایم و شدید می‌باشد.



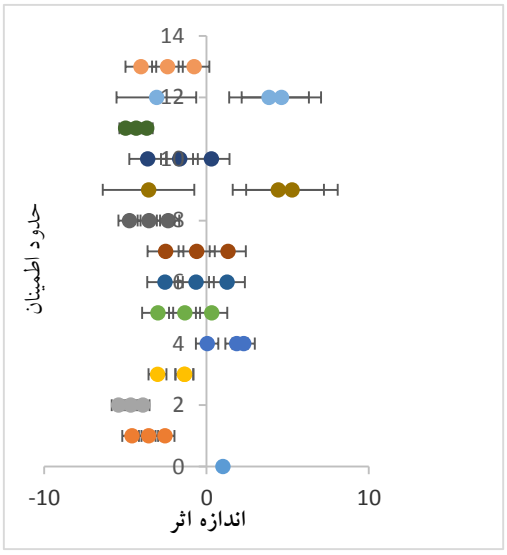
شکل۷- مقایسه تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر وزن هزار دانه.
خطوط عمودی= فاصله اطمینان اندازه اثرتجمعی موزون شده
اولین خط عمود به عنوان شاهد و خطوط بعدی به ترتیب شامل تنش ملایم و شدید می‌باشد.

شکل ۸- مقایسه تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر تعداد دانه در طبق
خطوط عمودی = فاصله اطمینان اندازه اثرتجمعی موزون شده
اولین خط عمود به عنوان شاهد و خطوط بعدی به ترتیب شامل تنش ملایم و شدید می‌باشد.

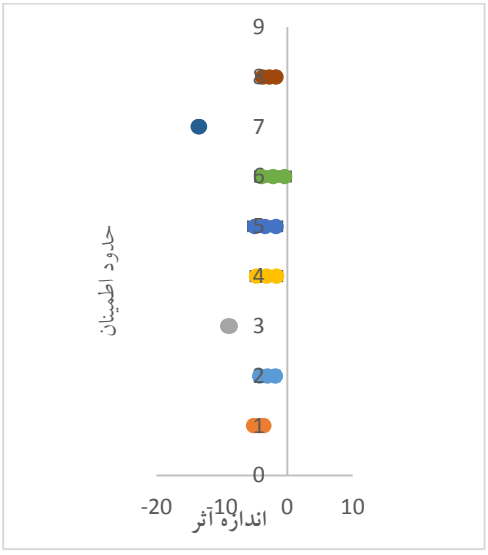
مطابق شکل شدت اثر درصد روغن، تنش متوسط و تنش شدید تأثیری بر درصد روغن نداشته است (٦) که با نتایج برخی مطالعات (Hapkins & Sincik) (Shinde *et al*., 1990) (Chisholm, 1961) (singh *et al*., 1961) (*et al*., 2013) مطابقت داشت. بر اساس شکل شدت اثر عملکرد بذر هیچ کدام از تیمار های آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشته است. این نتایج با گزارشات محققان (Velu & Stanciu, 2001 & Palani., 2001) مطابقت داشت به طوری که کاهش عملکرد دانه بر اثر تنش خشکی مورد تایید قرار گرفته است. شکل شدت اثر تیمار تنش شدید بر وزن هزار دانه معنی دار شد (۷). این نتیجه با گزارشات برخی پژوهشگران (Keramer *et al*., 1995) (Sharifi *et al*., 2005) مطابقت داشت به شکلی که صفت وزن هزار دانه آفتابگردان روغنی تحت تأثیر تنش خشکی به شکل موثر قرار گرفته و باعث کاهش این صفت شده است، هر چند که این صفت بیشتر تحت تأثیر ژنتیک قرار دارد. تعداد دانه در تنش شدید تحت تأثیر قرار گرفت و شدت اثر معنی دار شد (شکل ۸).

مطابق شکل انباشت درصد روغن دانه، بیشترین اثر تنش (٤/٤٢) مربوط به مطالعات (Mazaheri laghab *et al*., 2009) با دامنه تغییرات (٥/٢٦ تا ٣/٥٨-) و کمترین اثر تنش مربوط به مطالعه (Rauf *et al*., 2012) (٤/٣٤) با دامنه تغییرات (٥/٤٢- تا ٣/٩٤-) با حدود اطمینان ۹۵٪ بوده است. مطابق شکل انباشت (شکل۹) تعداد دانه در طبق نشان داد که بیشترین اثر تنش مربوط به مطالعه‌ی (Seyenjani *et al*., 2011)، ٢/٧٩- با دامنه تغییرات (٣/٢٩- تا ١/٧٢-) و کمترین میزان اثر مربوط به مطالعه ی (Abdo *et al*., 2011) به میزان ٤/٨٣- با دامنه تغییرات (٥/١٨- و ٣/٥٨-) و حدود اطمینان ۹۵٪ حاصل شد (شکل۱۰). مطابق شکل انباشت برای صفت وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین اثر

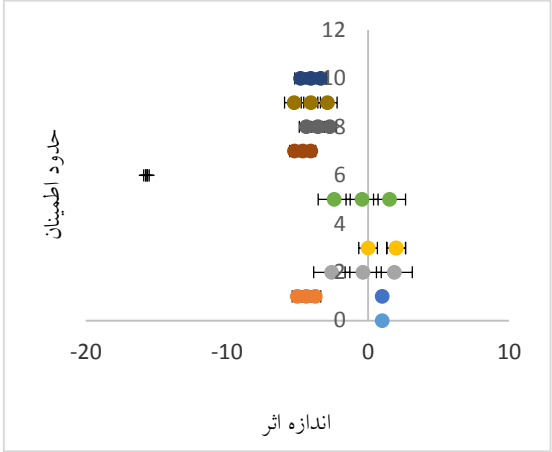
تنش مربوط به مطالعه‌ی (Dehkhoda *et al.*, 2013) به میزان ۴/۰۵- با دامنه تغییرات (۵/۲۳- تا ۲/۸۷-) و کمترین میزان اثر تنش به مطالعه ی (Yaghob *et al.*, 2010) به میزان ۱۵/۷- با دامنه تغییرات (۱۵/۸۲- تا ۱۵/۵۸-) و حدود اطمینان ۹۵٪ همراه بود (شکل ۱۱). بر اساس شکل انباشت صفت عملکرد دانه، بیشترین میزان اثر تنش به مطالعه (Behroziyar *et al.*, 2009) به میزان ۳/۲۶- و دامنه تغییرات (۳/۳۹- تا ۲/۱۳-) و حدود اطمینان ۹۵٪ و کمترین اثر تنش نیز به مطالعه (Allahdadi *et al.*, 2011)، به میزان ۱۱/۷۴- با دامنه تغییرات (۱۱/۸۶- و ۱۱/۶۲-) تعلق داشت (شکل۱۲).



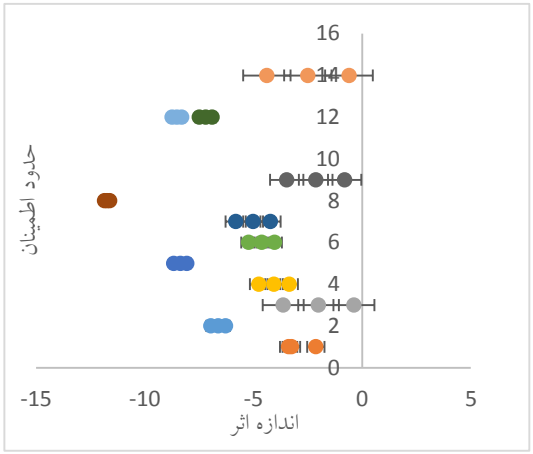
شکل۹ - شکل انباشت، اثرات سطوح تنش خشکی بر درصد روغن دانه
اثر کل مطالعات= ۰/۶۸- دامنه اثرات = (۱۳/۴- تا ۱۲/۰۴)



شکل۱۰- شکل انباشت، اثرات سطوح تنش خشکی بر تعدا دانه در طبق
اثر کل مطالعات= ۳/۳۱- دامنه اثرات = (۴/۷۹ تا ۱۱/۴۱-)



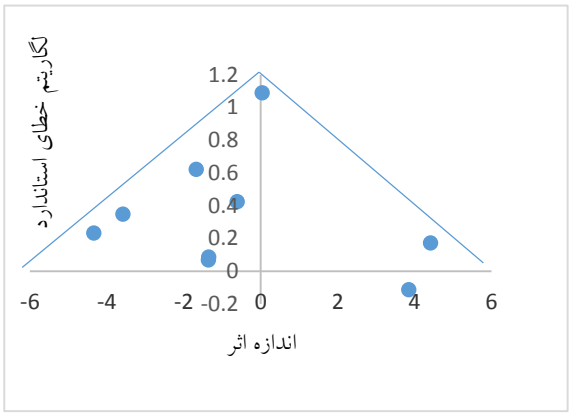
شکل ۱۱- شکل انباشت، اثرات سطوح تنش خشکی بر وزن هزار دانه
اثر کل مطالعات= ۳/۱۱- دامنه اثرات= (۱۶/۶۹- تا ۳/۶۸)



شکل۱۲ – شکل انباشت، اثرات سطوح تنش خشکی بر عملکرد دانه
اثر کل مطالعات ۳/۷۷- دامنه اثرات = (۱۳/۰۹- تا ۵/۵۵)

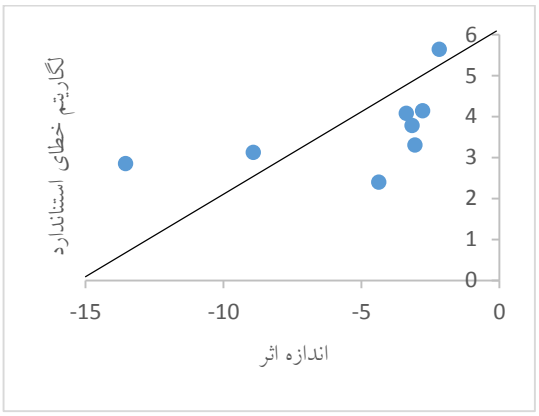
نتایج نهایی تحلیل شکل‌های قیفی (روتوش یا سوگیری)

مطابق با نتایج شکل‌های قیفی برای صفت درصد روغن دانه، تعداد ۱۰ مقاله با اندازه اثر منفی و ۲ مقاله خارج از ناحیه درونی قیف قرار گرفتند (شکل۱۳). بر اساس شکل قیفی صفت تعداد دانه در طبق در ۳ مقاله خارج از ناحیه قیف قرار گرفتند که از اعتبار کمی برخوردارند و ۱۱ مقاله با اندازه ی اثر منفی مشاهده شدند (شکل۱٤). مطابق با شکل قیفی صفت وزن هزار دانه در شرایط تنش در دو مقاله خارج از محدوده قیف قرار گرفتند، به عبارتی این مقالات از اعتبار کمی برخودارند و ۵ مقاله با اندازه اثر مثبت همراه شدند. ایجاد شرایط خمیدگی شکل قیفی به علت پایین بودن اندازه اثر و بالا بودن واریانس خطا در مقالات مورد مطالعه می‌باشد (شکل۱۵). مطابق شکل قیفی صفت عملکرد دانه، تعداد ۲ مقاله خارج از ناحیه درونی قیف قرار گرفتند و از اعتبار کمی برخوردارند و با اندازه اثر بسیار پایینی همراه بودند و تعداد ۱۱ مقاله با اندازه اثر منفی همراه شدند (شکل۱٦).



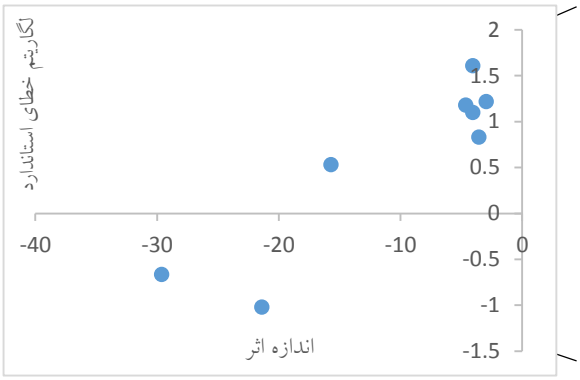
شکل ۱۳ – شکل قیفی، اثرات سطوح تنش خشکی بر درصد روغن دانه

ضلع افق= اندازه اثر ضلع عمود= لگاریتم واریانس خطا



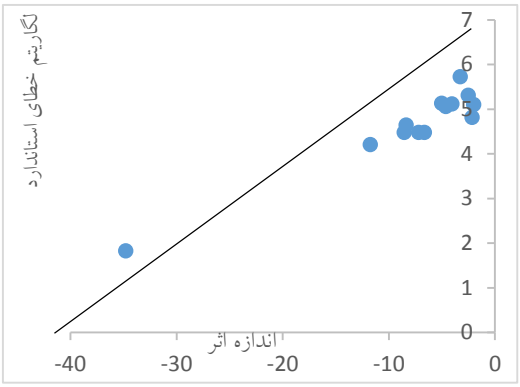
شکل ۱۴– شکل قیفی اثرات سطوح تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق

ضلع افق= اندازه اثر ضلع عمود= لگاریتم واریانس خطا



شکل ۱۵ – شکل قیفی، اثرات سطوح تنش خشکی بر وزن هزار دانه

ضلع افق= اندازه اثر ضلع عمود= لگاریتم واریانس خطا



شکل ۱۶– شکل قیفی اثرات سطوح تنش خشکی بر عملکرد دانه

ضلع افق= اندازه اثر ضلع عمود= لگاریتم واریانس خطا

نحوه کاهش عملکرد دانه آفتابگردان روغنی با افزایش تنش خشکی و واکنش اجزای عملکرد گیاه نسبت به شدت تنش بایستی مورد توجه قرار گیرد. در نتایج حاصله از مطالعات مختلف نشان داده شد که صفات واکنش های متفاوتی نسبت به تنش خشکی نشان دادند. در تنش های اعمال شده در مقالات مورد مطالعه، دامنه ۵ تا ۴۲٪ کاهش صفت تعداد دانه در طبق مشاهده شد که در نهایت با کاهش عملکرد دانه همراه شد. طبق گزارشات (Velu & Palani, 2001) تنش خشکی باعث کاهش ۲۹ درصدی عملکرد دانه در آفتابگردان روغنی شده است. (Petcu & Stanciu, 2001) نشان دادند که عملکرد هیبریدهای آفتابگردان در مقایسه با تیمار شاهد تحت تنش خشکی به میزان ۱۰ تا ۱۳ درصد کاهش عملکرد دانه نشان دادند که شدت کاهش در مرحله دانه بندی بیشتر قابل مشاهده بود. تنش خشکی در آفتابگردان روغنی با تولید آنتی اکسیدانت ها (ROS) و واکنش آن ها با پروتئین، چربی و اسیدهای نوکلئیک باعث غیر فعال شدن آنزیم های اکسیدانت شده، در نتیجه گیاه تحت تنش خشکی در تحمل برای پاک سازی عوامل محدود کننده رشد، آسیب می‌بینند. ارقامی از

آفتابگردان با مقادیر تولیدی پرولین و مواد اسمزی متغیری همراه می‌باشند و ژنوتیپ هایی که با تولید بیشتر این مواد در شرایط تنش خشکی با رشد و گستردگی ریشه و حفظ میزان پتانسیل اسمزی با جذب آب بیشتری همراه شده و در نتیجه از کاهش مقدار بیوماس، شاخص برداشت و عملکرد کمتری برخوردار می‌باشند (Rauf & Sadaqat, 2007). تنش خشکی رشد گیاه را به همراه تغییرات فیزیولوژیکی تغییر داده به شکلی که در برخی از مراحل رشد با کاهش فعالیت فتوسنتزی کاهش انتقال کربوهیدرات ها اتفاق می‌افتد. در شرایط خشکی فعالیت فتوسنتزی به همراه بسته شدن روزنه ها، و کاهش دریافت دی اکسید کربن و کاهش فعالیت های هورمون های موثر بر رشد با کاهش سطح برگ و کاهش رشد سلولی همراه می‌شود (Keramer *et al*., 1995).

بدین لحاظ برای اجتناب از کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی نیاز به اصلاح ارقام و ژرم پلاسم های متفاوت آفتابگردان می‌باشد تا با کمترین میزان کاهش حاصل از تنش خشکی همراه باشیم. کاهش عملکرد دانه در آفتابگردان روغنی در شرایط تنش خشکی با کاهش اجزای عملکرد آن در ارتباط می‌باشد. کاهش برخی از اجزای عملکرد دانه مانند وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق با میزان عملکرد دانه ارتباط دارد.

شدت تنش خشکی

تنش شدید خشکی به شدت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان روغنی بسته به ویژگی های هر اقلیمی متفاوت می‌باشد. نتایج حاصل از آنالیز متا-رگرسیون مطالعات مختلف نشان داد که صفت ارتفاع بوته تحت شرایط تنش متوسط به میزان ۱۰ الی ۱۲ درصد و در شرایط تنش شدید به میزان ٤٠ درصد کاهش یافت (جدول۱۰). مطالعات Talha & Osman, 1974) نشان داد که ارتفاع بوته تحت تأثیر عوامل ژنتیکی (نوع گیاه یا واریته) و محیطی (میزان مصرف کود، رطوبت، نوع خاک، زمان کاشت، دما و تراکم بوته) قرار می‌گیرد. مطابق مطالعات (Nezami *et al.*, 2008) اثر تنش خشکی بر کاهش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه مورد تایید قرار گرفته است. مطابق نتایج (Khalilvand *et al.*, 2003) کاهش ٤٠ درصدی رطوبت خاک در کاهش عملکرد دانه آفتابگردان روغنی موثر بوده است. این نتایج با مطالعات (Alahdadi *et al.*, 2011) مطابقت دارد. بر اساس نتایج Nezami *et al.*, 2008) اثر تنش خشکی در مرحله چهار برگی آفتابگردان در مشهد، تنش خشکی ۳۰ و٦٠ درصد رطوبت ظرفیت زراعی باعث کاهش معنی دار صفاتی چون ارتفاع بوته، وزن خشک گیاه، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه شد. در مطالعات ما صفت درصد روغن دانه تحت تأثیر تنش خشکی روند کاهشی نداشت (جدول٤). در برخی از مطالعات(Hapkins & Chisholm, 1961) درصد روغن با تغییرات کاهشی کمتری نسبت به عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی قرار گرفت. طبق برخی گزارشات (Shinde *et al.* 1990؛ *et al* 1997 Singh Sincik *et al.*, 2013) درصد روغن دانه در آفتابگردان تحت تأثیر رژیم های رطوبتی قرار نگرفت. همچنین سطوح مختلف آبیاری با اثرات معنی‌داری بر درصد روغن دانه آفتابگردان همراه

نبوده، اما طبق گزارش برخی از مطالعات دیگر (Talha & Osman, 1974) اثر تنش خشکی بر کاهش درصد روغن دانه، نشان از تحت تأثیر قرار گرفتن صفت از طریق زمان اعمال تنش خشکی، طول دوره و مدت آن، مرحله فنولوژیکی گیاه، نوع خاک و اقلیم دارد. مطابق نتایج برخی پژوهشگران (alha & Osman, 1974) درصد روغن دانه به طور معنی‌داری با تنش رطوبتی خاک در تمام مراحل رشد گیاه همراه بود و تنوع بافت خاک عامل مهمی در نحوه اثرات تنش بر صفت بوده است. بر اساس گزارشات (Petcu & Stanciu, 2001) تنش خشکی بر کیفیت روغن و درصد روغن دانه اثر معنی‌داری نداشته است که شاید به علت شدت پایین تنش خشکی و یا استفاده از ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی باشد. در هرحال خشکی تنها عامل گرمایش زمین نمی‌باشد، بلکه عوامل دیگر مانند تبخیر وتعرق، دما و مقدار CO_2 تولید شده و یا جذب کمتر آن ها از طریق سطح فتوسنتز کننده کمتر نیز از عوامل مهم افزایش گرمایش زمین می‌باشد که می‌تواند اثر محدودیت بر تولید عملکرد و اجزای عملکرد را بحرانی تر نماید (Paknejad, 2019).

در اکثر مقالات مورد مطالعات اطلاعات هواشناسی منطقه در سال مورد مطالعه گزارش نشده بود و به لحاظ تفاوت در مکان های مورد مطالعه از لحاظ اقلیمی مورد مطالعه قرار نگرفت. برخی از عوامل دیگر مانند خصوصیات خاک نیز مورد مطالعه قرار نگرفت. تفاوت های موجود در تاریخ کاشت آفتابگردان بسیار زیاد بود، به عبارت دیگر شاید در تمامی تاریخ های طول سال اقدام به کشت این گیاه شده بود.

نتیجه‌گیری

میانگین صفات تحت تنش متوسط در تمامی موارد نسبت به شاهد به مقدار کمتری تحت تأثیر اثرات کاهشی قرار گرفت. مطابق آزمون همگنی صفات معیار معنی‌داری یا شاخص p-valve برای اغلب صفات مورد بررسی، تمامی صفات بیش از مقدار ۰/۰۵ بود، که نشان از غیر معنی‌داری صفت مذکور، تحت تنش خشکی بوده است. در گروه بندی شاهد صفت وزن هزار دانه و در گروه بندی تنش شدید صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه، تعداد دانه در طبق با ناهمگنی همراه شدند، چرا که مقدار p-valve کوچکتر از ۰/۰۵ شد. برای صفت قطر طبق همگنی دیده شد و مقدار p-valve بیش از مقدار ۰/۰۵ به دست آمد. مطابق نتایج شدت اثر خشکی، اغلب صفات به شدت تحت تأثیر تنش قرار گرفتند و روندی کاهشی نشان دادند. اثر شدت تنش بر صفت درصد روغن در بین ۸ مطالعه، تحت تأثیر قرار نگرفت. مطابق نتایج متا-رگرسیون خطی با کاهش میزان رطوبت دریافتی در گیاه و ایجاد تنش خشکی اغلب صفات روندی کاهشی داشته اما صفت درصد روغن دانه با روندی تقریبا ثابت همراه شد. مطابق نتایج شکل‌های قیفی اندازه اثر بیشتر مطالعات پایین بوده و مقالات مورد مطالعه به جز صفت درصد روغن دانه سایر صفات با اندازه اثر مثبت همراه شدند، و به این دلیل شکل نمودارها غیر متقارن شد. بر اساس آزمون تحلیل حساسیت مدل از پایداری برخودار است و نامتقارن بودن شکل‌ها ممکن است به علت خطای آزمایشی یا خطای محقق و ابزار اندازه‌گیری باشد. در گروه

بندی تیمار های شاهد و تنش شدید خشکی تنها صفت وزن هزار دانه و ارتفاع گیاه از ناهمگنی برخوردار بودند. در اجرای تحقیقات اعمال تنش خشکی بایستی با ابزار های مهم و با حداقل خطا و توسط افراد ماهر اجرا شوند تا نتایج هدفمند شده و محققین بتوانند به شکل دقیق به رفع مشکل تنش شدید خشکی به ویژه در مراحل پر شدن دانه آفتابگردان روغنی بپردازند. این امر با همکاری‌های بین‌المللی بین محققان بزرگ در تحقیقات آفتابگردان روغنی تحت تأثیر تنش خشکی، امکان پذیر است.

REFRENCES

Abdu, S.M.M., Abd El-Latif, K.M.and Farrag. R.M.F. Yousef, K.M.R. 2011. Response of sunflower yield and water relations to sowing dates and irrigation scheduling under Middle pt condition. *Adv. Appl. Sci. Res*. 2(3): 141-150.

Afkari, I., Oraki, H.and Khajani, F.P. 2011 Effect of water stress on yield and yield components of sunflower hybrids. *African of Journal*.10 (34): 6504-6509. (In Farsi)

Asadolaei, M., Nassiri, B.and Yousefifard, M. 2015. Diversity of drought tolerance and seed yield in sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 6(5): 305-310. (In Farsi)

Anoosheh, H.P., Emam, Y.and Jamaliramin, F.2010. Comparison of the effect of bio fertilizers with chemical fertilizers on yield growth and percentage of sunflower oil at different level of drought stress. *journal of Agro ecology* 2(3):492-501(In Farsi).

Baldini, M.and Vannozzi, G.P. 1999. Yield relationships under drought in sunflower genotypes obtained from a wild population and cultivated sunflowers in rain-out shelter in large pots and field experiments. *Helia*. 22 (30): 81–96.

Behroziyar, A., Yarnia, Kh. Darbandi, M. P.and Aliari, H. 2009. The effect of drought stress on yield and yield components of sunflower at different planting densities. *Journal of Crop Sciences*.1, 33-43. (In Farsi)

Cechin, I., Rossi, S.C. Oliveira, V.C. and Fumis, T.F. 2006. Photosynthetic responses and proline content of mature and young leaves of sunflower plants under water deficit. *Photosynthetica* .44(1): 143–146

Daneshian, J., Jabbari, H.and Farrokhi, A. 1999. Yield reaction and yield components of sunflower to moisture stress at different planting densities. *Journal of Soil and Plant Agricultural Research*. 7(3):139-129. (In Farsi)

Dehkhoda, A., M. N. Rezaei, A.and Majdnasiri, B. 2013. Effect of Water Deficiency Stress on Yield and Yield Component of Sunflower Cultivars in Isfahan *International Journal of Farming and Apllied Sciences*. 2, 1319-1324. (In Farsi)

Egger, M., Davey Smith, G. Schneider, M. and Minder, C. 1997. Bias in meta-analysis detectedby a simple, graphical test. *British Medical Journal*. 315, 629–634.

Esechie, H. A. 1995. Effect of Planting Date on the Growth and Yield of Irrigated Sunflower (Helianthus annuus). *J. Agronomy and Crop Science*. 175, 41-49.

Eziz, A., Yan, Zh. Tian, Di. Han, W. Tang, Zh.and Fang, J. 2017. Drought effect on plant biomass allocation: *A meta- analysis. and Evolution*. 7,11002–11010

Farooq, M., Wahid, A. Kobayashi, N. Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Sustainable Agriculture*. 29, 153-188

Farshi, A. 1998. Estimation of water requirements of major crops and horticultural plants of the country Tehran Water and Soil Research Institute: 367-402. (In Farsi)

Ghaffari, Mehdi. 2014. The effect of water restriction at different developmental stages on agronomic characteristics of different sunflower cultivars. *Journal of Production of Oil Plants*. 1(1): 1-13. (In Farsi)

Gholinezhad, E., Aynaband, A. Hassanzade Ghottapeh, A. Noormohammadi, G.and Bernousi, I. 2009. Study of the effect of drought Stress on Yield, Yield Components and Harvest Index of Sunflower Hybrid Iroflor at Different Levels of Nitrogen and Plant Population. *Bot. Hort. Agrobot*. 37 (2): 85-94. (In Farsi)

Gholinezhad, E.2014. Effect of Drought Stress, Plant Density and Nitrogen Rates on Morphological and Quality Traits of Sunflower in Urmia Climate Conditions. *Research in Crop Ecosystems*. 22 (1): 130-143. (In Farsi)

Hamzehi, J., Nejafi, H.and Babaei, M.2017. Effect of Irrigation and Nitrogen on Agronomic Parameters, Yield, Grain Quality and Agronomic Nitrogen Use Efficiency of Sunflower (Helianthus annuus L.). *Iranian journal of field crops research*. 14 (4):686-698. (In Farsi)

Hapkins, C. y. and Chisholm, M.J. 1961. Development of oil in the seed of Helianthus Annuus L. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. 39 (10): 1481-1489

Hedges, L., Gurevitch, J.and Curtis, P. 1999. The meta-analysis of response ratios in experimental ecolo . *Ecolo*. 80, 1150–1156.

Kazemeini, S.A., Edalat, M. and Shekoofa, A. 2009. Interaction effects of deficit irrigation and row spacing on sunflower (Helianthus annuus L.) growth, seed yield and oil yield. *African Journal of Agricultural Research*. 4(11): 1165-1170. (In Farsi)

Khalil, L., Shah, A. H. Yasmeen, F. and Mumtaz, M.A. 2000. Seed yield and fatty acid profile of sunflower hybrids. *Sarhad.J. Agric*. 16, 601-604.

Khalilvand, B.E., Yarnia, M. Darbandi, S. and Aliari, H. 2007. Effect of drought stress on some morphological characteristic of two sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids at different planting densities. *J. Agric. Sci*. 3, 1–13. (In Farsi)

Khaliq, A. 2004. Irrigation and nitrogen management effects on productivity of hybrid sunflower (Helianthus annuus L.) Ph.D. thesis, Department of Agronomy. University of *Agric. Faisalabad, Pakistan*.

Kheyrabi, J. 1993. Basics and methods of water measurement. Tehran University Publishing Center Publications. 105. (In Farsi)

Mazaheri laghab, H. F., Noori Zare Abyaneh, H.and Vafaie, H.M. 2001. Effects Supplemental irrigation on traits of three cultivars of sunflower in dry farming. *Journal of Agricultural Research*. 3(1): 44-31. (In Farsi)

Mirshekari, B., Koucebagh, S.B. Valizadeh, N.and Roudsari, A.M. 2010. Interference of Redroot pigweed in sunflower hybrids. *J. Food, Agric and Environment*. 8 (4): 810-814. (In Farsi)

Mojadam, M. 2015. The effect of drought stress on physiological characteristics and yield of sunflower seeds at different level of nitrogen. *Journal of Crop Production* .9(4):121-136. (In Farsi)

Nasim, W., Ahmad, A. Mohkum hamed, H. H. Chaudhary, J.and Farooq Hussain, M. 2012. Effect of nitrogen on growth and yield of sunflower under semi-arid conditions of Pakistan. *Pak. J. Bot*. 44(2): 639-648.

Nezami, A., Khazaei, H. R. Boroomand Rezazadeh, Z. and Hosseini, A. 2008. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (Helianthus annuus L.) in controlled conditions. *Desert online*. 12, 99-104. (In Farsi)

Nicolas, M., Syilvain, D. and Herve, C. 2017. Plant resistance to drought depends on timely stomatal closure. *Ecology Letters*. 20 (11):1437-1447.

Ozer, H., Polat, T.and Oztürk, E. 2004. Response of irrigated sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. *Plant Soil Environ*. 50 (5): 205–211.

Paknejad, F. 2019. Water use efficiency in plant biology. press Islamic Azad University of Karaj. 439. (In Farsi)

Petcu, E, A. A., and Stanciu, D. 2001. The effect of hydria stress on some characteristics of sunflower plants. *Research Institute for Cereals and Industrial Crops*.2(4):128-136

Rafiee, F., Kashan, A. Mamghani, R. and Golchin, A. 2004. Effect of irrigation and nitrogen application on yield and some morphological characteristics of Golshid hybrid of sunflower. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 7 (1): 44-54. (In Farsi)

Rauf, S. and Sadaqat, H.A. 2007. Effects of varied water regimes on root length, dry matter partitioning and endogenous plant growth regulators in sunflower (Helianthus annuus L.). *Journal of Plant Interactions*. 2(1): 41-51.

Rauf, A., Maqsood, M. Ahmad, A and Gondal, A. S. 2012. Yield and oil content of sunflower as influenced by spacing and reduced irrigation condition. *Journal of Crop Production*. 1, 41-45.

Razi, H.and Asad, M.T. 1998. Evaluation of variation of agronomic traits and water stress tolerant in sunflower conditions. *Agricultural and Natural Resources Sciences*. 2, 31-43. (In Farsi)

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V and Vivekanandan, M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant*. 161, 1189-1202

Rezaei, M. 2005. Study of irrigation cycle and different levels of nitrogen on yield and yield components of sunflower. *processing of the second scientific-applied oilseeds and vegetable oils*. July 12. Tehran .176-163. (In Farsi)

Roshdi, M., Heidari, H., Karimi, M. Nour Mohamadi, Gh. and Darvish, F. 2006. Effects of water stress on yield and yield components of sunflower seed, *Special Agricultural Sciences*. 1, 109-122. (In Farsi)

Ruiz, R.A., Maddonni, G.A., 2006. Sunflower seed weight and oil concentration under different post-flowering source-sink ratios. *Crop Sci*. 46, 671–680.

Seghatoleslami, M. J., Baradaran, R. Ansari Nia, E. and Mousavy, S. GH. 2012. Effect of Irrigation and Nitrogen Level on Yield, Yield Components and some Morphological traits of sunflower. *National conference on management of drought stress and water shortage in agriculture*. 44(5): 1551-1555. (In Farsi)

Shinde, S.H., Pawar, A.D. and Pal, P.S. 1990. Growth, Yield and quality parameters of summer sunflower. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*. 15, 98-100

Sincik, M., Tanju, A.and Dogan, R. 2013a. Responses of sunflower (Helianthus annuus L.) to irrigation and nitrogen fertilization rates. *Zemdirbyste-Agriculture*. 100(2):151–158.

Sincik, M., Goksoy, A.T.and Dogan, R. 2013b. Responses of sunflower (Helianthus annuus L.) to irrigation and nitrogen fertilization rates. *Zemdirbyste-Agriculture*. 100(2):151–158.

Singh, A.K., Singh, G.R and Dixit, R.S. 1997. Influence of plant population and moisture regimes on nutrient uptake and quality of winter maize (Zea mays L.). *Indian Journal of Agronomy*. 42(1): 107-111

Skoric, D. 1992.Achievements and future directions of sunflower breeding. *Field Crop Res*. 30:231–270

Talha, M.and Osman, F. 1974. Etfect of soil water stress and water economy on oil composition in sunflower (Helianthus annuus L.). *1. Agric. Sci*. 84,49-56.

Taheri asbagh, F., Hasanzadeh gorttapeh, A.and Fayaz-moghadam, A. 2009. Influence of water stress and sowing data on sunflower yield and oil percentage. *Research journal of Biological Science*. 4 (4): 487 –489. (In Farsi)

Velu, G. and Palani, S. 2001. Impact of water stress and ameliorants on growth and yield of sunflower. *Madras Agricultural Journal*. 88, 660-665.

Yadolahi, P., Asgharipour, M.R. Kheyri, N. Mervaneh, H.and Amiri, A. 2016. Effect of drought stress on grain and oil yield of two sunflower cultivars. *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*. 1(1): 76-65. (In Farsi)

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 2/No. 1/Spring 2022/P: 31 -49

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Meta-Analysis of the Impact of Drought Stress on Yield and Yield Components and Percentage of Oil Seed Sunflower

Mohsen Rezaee[1], Mohammad Nabi Ilkaee[2*], Abdolmajeed Mahdavi Damghani[3], Saeed Souphizadeh[4], Fayaz Aghayari[5]

[1]Ph.D Student of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

[*2]Associate Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

[3]Associate Professor, Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[4]Assistant Professor, Department of Agroecology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[5]Assistant Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Corresponding Author's Email: nabiilkaee4@gmail.com

(Received: May. 13, 2022 – Accepted: June. 20, 2022)

ABSTRACT

Many studies have been conducted on the effects of drought stress in the country and other parts of the world on oil sunflower and have been published as authoritative articles. Conclusions from a series of studies conducted using meta-analytic science help us to identify the trend of the effects of factors affecting the quantity and quality of sunflower production. This research is separated from various agricultural studies published in prestigious Iranian and foreign scientific journals and articles that were judged to be used in meta-analysis and then coded from among 62 articles; A total of 28 articles were analyzed in the meta-analysis process. The stresses applied in the studied articles were measured in three categories of normal irrigation (control) - moderate Stress - severe Stress based on the percentage of reduction of traits. Then the measured traits, which included 1000-seed weight, number of seeds according to seed oil percentage, to grain yield, were extracted from the articles. The results of drought stress meta-regression revealed that only the height trait had a considerable effect in severe drought stress; however, in the regression analysis, it was discovered that as linear stress increased, some investigated features declined, while trait Seed oil increased. With rising drought stress, this pattern remained practically consistent. The effect size of moderate and severe grain yield was insignificant compared to the control, among the results, the maximum effect size was 15 related to grain yield (-3/77), study on seed number (-3/31), study on 1000-seed weight (-0/68) and study on oil content (-0/6), drought stress according to priority, first on grain yield, number of seeds. Overall, the findings revealed that severe drought stress could significantly impact seed output and other features

Keywords: Sunflower, Oil percentage, Meta-analysis, Water stress, Yield