DOI: 10.22034/ijsst.2017.108206

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد پنجم، شماره ۲، پائیز و زمستان ۹۵
شماره صفحه: ۱۳۱- ۱۱۹

بررسی ویژگی های جوانه زنی بذر ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) و رابطه آن با ترکیب اسیدهای چرب

پرویز رضوانی مقدم[1*] و سید محمد سیدی[2]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه.

چکیده

میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب از مهم‌ترین عوامل در ارزیابی و توصیف دانه‌های روغنی به شمار می‌روند. از سوی دیگر، جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه‌ها تحت تاثیر ذخایر موجود در بذر قرار دارند. از این رو، به منظور بررسی ویژگی های جوانه زنی بذر ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) و رابطه آن با ترکیب اسیدهای چرب در ساختار روغن، مطالعاتی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ تیمار و چهار تکرار در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. در این مطالعات ارقام کنجد (شامل داراب ۲، داراب ۱۴، دشتستان ۲، دشتستان ۵، اسفراین، IS، JL-13، کلات، کاشمر، مشهد، اولتان، سیستان، TS-3، ورامین ۲۸۲۲ و یلو وایت) به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شدند. این ارقام از پژوهشکده گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد و نیز موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر در کرج تهیه شدند. طبق نتایج، کمترین متوسط زمان جوانه زنی[1] (MGT) و متوسط زمان سبز شدن[2] (MET) در ارقام دشتستان ۲، دشتستان ۵ و IS به دست آمد. در مقابل، بیشترین MGT و MET در ارقام یلو وایت و مشهد مشاهده شد. اگر چه بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر غلظت نیتروژن دانه و درصد روغن مشاهده نشد، اما از نظر غلظت فسفر بین ارقام تفاوت معنی‌داری وجود داشت؛ به طوری که بیشترین و کمترین غلظت فسفر دانه به ترتیب در ارقام دشتستان ۲ و یلو وایت مشاهده شد. به جز اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک، سایر اسیدهای چرب ارتباط معنی‌داری با MET نداشتند. بین اسید اولئیک با MET همبستگی منفی (R^2= 0.73**) و بین اسید لینولنیک با MET همبستگی مثبت و معنی‌داری (R^2= 0.93**) مشاهده شد. از این رو به نظر می‌رسد که بنیه بذر کنجد به شدت وابسته به ترکیب اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل دهنده روغن باشد.

کلمات کلیدی: آزمون پیری تسریع شده، اسید چرب، متوسط زمان سبز شدن.

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان روغنی دنیا بوده (Chung *et al.*, 1995; Carvalho *et al.*, 2012) که در مناطق خشک و نیمه خشک ایران مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (Sepaskhah and Andam, 2001). در سال ۲۰۱۳، سطح زیر کشت و میزان تولید این گیاه در کشور به ترتیب ۴۰۰۰۰ هکتار و ۲۸۰۰۰ تن برآورد شده است (FAO, 2013). ارقام و اکوتیپ‌های بسیار متنوعی از کنجد با درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب متفاوت وجود دارند که به دامنه نسبتاً وسیعی

1- Mean germination time
2- Mean emergence time

*نویسنده مسئول: پرویز رضوانی مقدم، نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
E-mail: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۱۹
تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۵/۲۶

Archive of SID
www.SID.ir

سازگار شده‌اند (Asghar and Majeed, 2013). بسته به شرایط منطقه مورد کشت و به ویژه نوع رقم کشت شده، میزان روغن کنجد بین ۴۱ تا ۶۳ درصد گزارش شده است (Uzun *et al*., 2008). بیشترین میزان اسیدهای چرب در روغن کنجد نیز شامل اسید اولئیک و لینولئیک می‌باشد (Uzun *et al*., 2007; Nzikou *et al*., 2009). لازمه تولید بالا در گیاهان روغنی، تولید بذرهای با کیفیت و دستیابی به تراکم مطلوب از طریق استقرار موفق‌آمیز گیاهچه‌های نرمال در بستر خاک می‌باشد (Bishnoi *et al*., 2007). با این وجود، یکی از مشکلات کنجد به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک با رطوبت پایین خاک، سبز شدن و استقرار ضعیف گیاهچه‌ها در بستر خاک بوده (Grichar *et al*., 2001) که می‌تواند در نهایت منجر به کاهش عملکرد اقتصادی شود. در نتیجه، بسته به شرایط اقلیمی منطقه و یا امکانات مورد نظر، رقم یا ارقامی از این گیاه می‌بایست جهت کاشت انتخاب شوند که دارای جوانه‌زنی و به ویژه بنیه بذر بالاتری باشند. لازمه این امر، تعیین کیفیت فیزیولوژیکی بذر بر اساس آزمون‌های بنیه بذر در ارقام کنجد و نیز بررسی عوامل موثر بر بنیه این بذرها می باشد. علاوه بر تولید بذرهای با کیفیت، میزان روغن و نیز ترکیب اسیدهای چرب از مهم‌ترین عوامل در ارزیابی و توصیف دانه‌های روغنی هستند (Were et al., 2006)؛ به طوری که روغن‌های گیاهی با درصد بالای اسیدهای چرب غیر اشباع حساسیت بیشتری به اکسیده شدن دارند (Mohdaly *et al*., 2011). از سوی دیگر، جوانه‌زنی و استقرار بذرهای گیاهان زراعی تحت تأثیر میزان ذخایر غذایی در بذر (شامل کربوهیدرات، پروتئین و روغن) می‌باشد (Soltani *et al*., 2006; Nonogaki, 2008). در طی جوانه‌زنی دانه-های روغنی، لیپیدهای ذخیره شده در بذر به منظور تأمین انرژی جهت انجام واکنش‌های سلولی و تشکیل ساختارهای جدید استفاده می‌شوند (Mostafa and Rahma 1987; Wanasundara *et al*., 1999). بنابراین، با توجه به میزان نسبتاً بالای روغن دانه کنجد (Rostami *et al*., 2014)، به نظر می‌رسد بنیه بذر در هر یک از ارقام این گیاه به طور مستقیم و یا غیر مستقیم وابسته به کیفیت روغن و نیز ترکیب اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده ساختار روغن در این گیاه باشد. از این رو، یافتن ارتباط بین میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده ساختار روغن با بنیه بذر ارقام کنجد می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. این آزمایش با هدف مقایسه ارقام کنجد از نظر بنیه بذر، درصد روغن، ترکیب اسیدهای چرب روغن و برخی عناصر معدنی شامل نیتروژن و فسفر و نیز بررسی ارتباط بین اسیدهای چرب با بنیه بذر انجام شد.

مواد و روش‌ها

طراحی آزمایش

جهت اجرای آزمایش، مطالعاتی در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در شرایط آزمایشگاه و گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۵ تیمار و چهار تکرار انجام شد. ارقام کنجد شامل داراب ۲، داراب ۱۴، دشتستان ۲، دشتستان ۵، اسفراین، IS، JL-13، کلات، کاشمر، مشهد، اولتان، سیستان، TS-3، ورامین ۲۸۲۲ و یلو وایت به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شدند. این ارقام از پژوهشکده گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد و موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. پارامترهای اندازه گیری شامل موارد زیر بودند:

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین درصد روغن، پروتئین و اسیدهای چرب

پس از تهیه ارقام، ابتدا درصد روغن (توسط دستگاه سوکسله) و پروتئین خام (درصد نیتروژن × ۶/۲۵) هر رقم اندازه گیری شد. از این رو، ۵۰ گرم بذر از هر یک از تیمارهای آزمایش پس از آسیاب کردن، به نسبت یک به چهار با هگزان مخلوط و به مدت ۴۸ ساعت روی دستگاه شیکر (۱۶۰ دور در دقیقه) قرار داده شد (Farhoosh *et al*., 2009). پس از جداسازی حلال از محلول حاصل، ۱۵ قطره از روغن هر یک از نمونه‌ها را در یک لوله آزمایش ریخته و به آن هفت سی‌سی پتاس متانولی دو مولار اضافه گردید.

سپس لوله آزمایش در بن‌ماری در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از تکان دادن محلول، محتویات آن به یک لوله کوچک‌تر منتقل و در همان دمای بن‌ماری به مدت سه دقیقه قرار گرفت. پس از برداشتن فاز رویی از محلول و عبور از سولفات پتاسیم جهت رطوبت‌گیری و صاف کردن آن، هر یک از نمونه‌ها به دستگاه گاز کروماتوگرافی جرمی تزریق شدند. با مقایسه پیک نمونه‌ها با پیک استاندارد و بر اساس RRT [1]پیک‌ها ، نوع اسیدهای چرب شناسایی و مقادیر هر یک از آن‌ها از محاسبه سطح زیر منحنی پیک‌های حاصله تعیین شد (Lutterodt *et al*., 2010; Piras *et al*., 2013).

تعیین درصد فسفر و نیتروژن

درصد نیتروژن (دستگاه Kjeldahl- PECO، مدل 55 psu) و فسفر (دستگاه Spectrophotometer- JENWAY، مدل ۴۵۱۰) در بذر هر یک از ارقام (بر حسب گرم در صد گرم بذر) به ترتیب با روش‌های کجلدال (AOAC, 2000) و مورفی و ریلی (Murphy and Riley, 1962) اندازه گیری شد.

تعیین پارامترهای فیزیولوژیک بذر ارقام کنجد

به منظور تعیین اندازه بذر در این آزمایش، وزن هزار دانه هر یک از ارقام تعیین شد. جهت تعیین درصد جوانه‌زنی استاندارد و متوسط زمان جوانه‌زنی[2] (MGT)، بذرهای هر رقم به مدت ۱۴ روز در ژرمیناتور (با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. جهت تعیین MGT از رابطه زیر استفاده شد (Demir *et al*., 2008; Khajeh-Hosseini *et al*., 2009):

$$MGT= \Sigma n.T / \Sigma n \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن: n تعداد بذرهای جدید جوانه‌زده در روز T و T تعداد روزها از آغاز جوانه‌زنی بود. ظهور دو میلی‌متری نوک ریشه‌چه به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. در پایان دوره ۱۴ روزه، وزن خشک گیاه‌چه‌ها در هر یک از ارقام محاسبه شد (Thant *et al*., 2010). جهت محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. جهت تعیین درصد سبز شدن و متوسط زمان سبز شدن[3] (MET)، تعداد ۲۵ بذر در گلدان‌های پلاستیکی (با حجم ۱/۸ کیلوگرم و پر شده با خاک دارای ۴۰ درصد رس و ۶۰ درصد شن) کاشته و به مدت ۲۱ روز در شرایط گلخانه‌ای (رطوبت نسبی: ۷۰ درصد و دمای روز/ شب: ۲۵ / ۱۷ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. آبیاری گلدان‌های مورد نظر در طی دوره ذکر شده با آب مقطر انجام

1- Relative retention time

2- Mean germination time
3- Mean emergence time

Archive of SID

www.SID.ir

گرفت. در طول این دوره، بذرهای سبز شده در هر روز شمارش و در نهایت MET بر اساس رابطه ۲ محاسبه شد (Demir *et al*., 2008; Khajeh-Hosseini *et al*., 2009):

$$MET= \Sigma n.T / \Sigma n \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن: n تعداد گیاه‌چه‌های جدید سبز شده در روز T و T تعداد روزها از آغاز سبز شدن بود. مشاهده اولین اندام‌های سبز گیاه‌چه در سطح خاک به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد.بنیه بذر بر اساس آزمون تسریع پیری که توسط تانت و همکاران (Thant *et al*., 2010) در گیاه کنجد پیشنهاد شده بود، تعیین شد. برای این منظور از یک آون (دمای ۴۲-۴۳ درجه سانتی‌گراد) و دسیکاتور (جهت ایجاد رطوبت نسبی ۱۰۰ درصدی) استفاده شد. ابتدا در کف دسیکاتور تا زیر صفحه مشبک آب ریخته و سپس بذرها را روی صفحه مشبک قرار داده و بعد از بستن درب آن به مدت ۱۲۰ ساعت در آون نگهداری شد. در پایان این مرحله آزمون جوانه‌زنی استاندارد، MGT و وزن خشک گیاه‌چه مجدداً و بر طبق اصولی که ذکر گردید، اندازه‌گیری و تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 انجام گرفت (SAS, 2011). مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصله از آزمون جوانه‌زنی استاندارد، تفاوت بین ارقام از نظر MGT، وزن خشک گیاه‌چه، درصد سبز شدن و MET از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین ارقام مورد مطالعه، دشتستان ۲، دشتستان ۵ و IS به ترتیب دارای کمترین میزان MGT و MET بودند. با این وجود، بیشترین میزان این صفات در ارقام یلو وایت و مشهد مشاهده گردید (جدول ۲). از سوی دیگر، بیشترین وزن خشک گیاه‌چه و درصد سبز شدن در رقم دشتستان ۲ و دشتستان ۵ و کمترین میزان این شاخص‌ها در رقم یلو وایت ثبت شد (جدول ۲). به دنبال آزمون تسریع پیری، بین ارقام تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی مشاهده نشد (جدول ۱). با این وجود مشابه آزمون جوانه‌زنی کمترین میزان MGT در ارقام دشتستان ۲، دشتستان ۵ و IS و بیشترین مقدار این شاخص در ارقام یلو وایت و مشهد تعیین شد (جدول ۲). در نتیجه آزمون تسریع پیری، بیشترین وزن خشک گیاهچه نیز به ترتیب در ارقام دشتستان ۲، دشتستان ۵ و IS به دست آمد (جدول ۲). آزمون درصد جوانه‌زنی معمولاً نمی‌تواند بنیه بذر را در شرایط مزرعه به طور کاملاً دقیقی پیش‌بینی کند (Noli *et al*., 2008)، بلکه از نظر پیش‌بینی وضعیت واقعی بنیه بذر و سبز شدن، شاخص MGT و به ویژه MET از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند (Khajeh-Hosseini *et al*., 2009). همبستگی بالای بین MGT با MET (شکل A :۱)، بین وزن خشک گیاه‌چه با MET (شکل B :۱) و بین درصد سبز شدن با MET (شکل C :۱) می‌تواند نشان دهنده اهمیت آزمون MET در برآورد بنیه بذر و استقرار موفقیت‌آمیز گیاه‌چه‌ها باشد. مشابه این نتایج، دمیر و همکاران (Demir *et al*., 2008) نیز ارتباط مثبت بین MGT با MET و نیز ارتباط منفی بین MET با وزن خشک گیاه‌چه‌های فلفل (*Capsicum annuum* L.) را مشاهده نمودند. ارقام کنجد از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

رقم دشتستان ۲ و مشهد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه بودند (جدول ۲). همچنین با وجود عدم تفاوت معنی‌دار بین ارقام کنجد از نظر درصد نیتروژن و روغن دانه (جدول ۱ و ۳)، تفاوت بین ارقام از نظر غلظت فسفر دانه معنی‌دار بود (جدول ۱)؛ به طوری که رقم دشتستان ۲ دارای بیشترین و مشهد و یلو وایت دارای کمترین مقدار فسفر در دانه بودند (جدول ۲). علاوه بر شرایط حاکم بر بستر خاک، قدرت جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها اساساً وابسته به میزان و کیفیت مواد ذخیره‌ای در دانه می‌باشد (Peltonen-Sainio *et al*., 2006; Fallahi *et al*., 2013).

در واقع، میزان مواد ذخیره شده در بذر از طریق تأثیر بر رشد گیاهچه، سبز شدن و تشکیل گیاهچه‌های نرمال در بستر خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Elamrani *et al*., 1992). از سوی دیگر، وزن هزار دانه یا اندازه بذر، می‌تواند مستقیماً بر میزان مواد ذخیره ای در بذر، سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های حاصله موثر باشد (Liao and Yan, 1999; Hojjat, 2011). در این راستا، ارتباط معنی‌دار بین اندازه بذر با بنیه گیاهچه در ارقام پنبه (*Gossypium hirsutum*) توسط سیندر و همکاران (Snider *et al*., 2014) گزارش شده است. طبق نتایج این آزمایش نیز بین وزن هزار دانه با MET رابطه منفی و معنی‌داری مشاهده گردید (شکل ۲: A) که می‌تواند نشان دهنده اهمیت اندازه بذر کنجد در بهبود بنیه بذر آن باشد.

با وجود نقش شناخته شده میزان ذخایر پروتئین و روغن بر فعالیت‌های جوانه‌زنی و آغازش رشد گیاهچه (Seyyedi *et al*., 2015)، در آزمایش حاضر عدم تفاوت معنی‌دار بین ارقام از نظر درصد روغن و غلظت نیتروژن (جدول ۱ و ۳) و نیز عدم ارتباط معنی‌دار بین غلظت نیتروژن با MET (شکل ۲: B) ممکن است به دلیل سطح بالای درصد روغن و نیتروژن در تمامی ارقام مورد مطالعه باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به برخی جنبه‌های فیزیولوژیک بذر در ارقام مختلف کنجد

Table 1- Analysis of variance of some physiological aspects of seed in different sesame cultivars

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	شرایط آزمیشگاهی Laboratory condition			شرایط گلخانه Greenhouse condition		آزمون تسریع پیری Accelerated aging test			وزن هزار دانه 1000 seed weight	نیتروژن N	فسفر P
		جوانه زنی Germination	متوسط زمان جوانه زنی MGT	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	سبز شدن Emergence	متوسط زمان سبز شدن MET	جوانه زنی Germination	متوسط زمان جوانه زنی MGT	وزن گیاهچه Seedling weight			
تیمار Treatment	14	5.52 ns	0.88 **	3.08 **	103.92 ns	1.25 **	22.86 ns	0.68 *	1.93 **	0.065 **	0.005 ns	0.012 **
خطا Error	15	5.16	0.049	0.06	73.69	0.41	56.18	0.33	0.05	0.007	0.041	0.001

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 levels of probability and no significant, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین مربوط به برخی جنبه‌های فیزیولوژیک بذر در ارقام مختلف کنجد

Table 2- Mean comparison of some physiological aspects of seed in different sesame cultivars

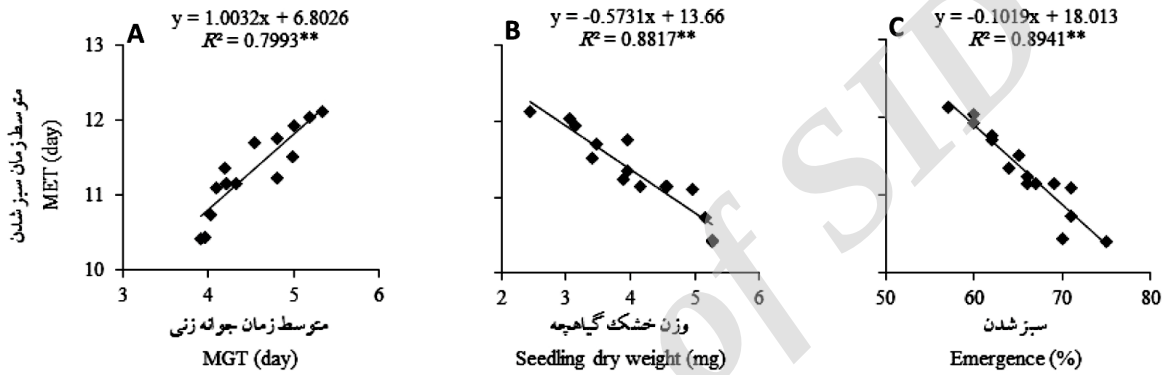
ارقام کنجد Sesame cultivars	شرایط آزمیشگاهی Laboratory condition			شرایط گلخانه Greenhouse condition		آزمون تسریع پیری Accelerated aging test			وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	نیتروژن N (g 100 g^{-1})	فسفر P (g 100 g^{-1})
	جوانه زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی MGT (day)	وزن گیاهچه Seedling weight (mg)	سبز شدن Emergence (%)	متوسط زمان سبز شدن MET (day)	جوانه زنی Germination (%)	متوسط زمان جوانه زنی MGT (day)	وزن گیاهچه Seedling weight (mg)			
داراب ۲ Darab 2	100.00	4.33	4.54	69.00	11.15	85.00	4.92	3.66	3.10	3.50	0.45
داراب – ۱۴ Darab 14	99.00	4.80	3.95	62.00	11.77	84.00	5.39	3.13	3.16	3.39	0.37
دشتستان – ۲ Dashtestan 2	100.00	3.91	5.27	75.00	10.42	88.00	4.36	4.20	3.47	3.45	0.51
دشتستان – ۵ Dashtestan 5	98.00	3.96	5.27	70.00	10.44	82.00	4.61	4.19	3.34	3.43	0.48
اسفراین Esfaraen	97.00	4.80	3.89	66.00	11.24	87.00	5.02	3.10	3.15	3.50	0.42
IS	100.00	4.03	5.15	71.00	10.74	84.00	4.64	4.11	3.33	3.50	0.49
JL-13	100.00	4.08	3.40	65.00	11.52	84.00	5.20	2.69	3.28	3.44	0.39
کلات Kalat	98.00	4.09	4.97	71.00	11.11	86.00	4.69	3.88	3.06	3.44	0.49
کاشمر Kashmar	100.00	4.19	3.95	64.00	11.36	84.00	5.25	3.19	3.11	3.45	0.39
مشهد Mashhad	98.00	5.19	3.05	60.00	12.04	84.00	5.64	2.41	3.00	3.52	0.35
اولتان Oltan	99.00	4.20	4.14	66.00	11.15	83.00	4.90	3.33	3.10	3.47	0.45
سیستان Sistan	97.00	4.21	4.56	67.00	11.15	86.00	4.89	3.62	3.20	3.43	0.46
TS-3	98.00	5.01	3.14	60.00	11.94	84.00	5.54	2.48	3.09	3.46	0.36
ورامین ۲۸۲۲ Varamin 2822	97.00	4.54	3.48	62.00	11.71	79.00	5.40	2.76	3.09	3.49	0.38
یلو وایت Yellow White	99.00	5.34	2.43	57.00	12.12	80.00	5.72	1.98	3.09	3.45	0.35
LSD (P = 0.05)	*3.234*	*0.314*	*0.349*	*15.226*	*0.802*	*10.675*	*0.813*	*0.311*	*0.121*	*0.290*	*0.049*

فسفر در انتقال انرژی در سطح سلول نقش ویژه‌ای داشته و یکی از مهمترین اجزاء در ساختار فسفولیپیدها و پروتئین‌های بذر می‌باشد (Nicanuzia dos Prazeres *et al*., 2004). غلظت فسفر بذر، از مهمترین عوامل در بهبود فرآیند جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بوده و می‌تواند در استقرار موفقیت‌آمیز گیاهچه‌ها نقش موثری داشته باشد (Modi, 2002; Peltonen-Sainio *et al*., 2006; Sawan *et al*., 2011). در این ارتباط، اهمیت ویژه این عنصر در بهبود بنیه بذر گیاهانی مانند سویا (Bishnoi *et al*., 2007)، پنبه

Archive of SID

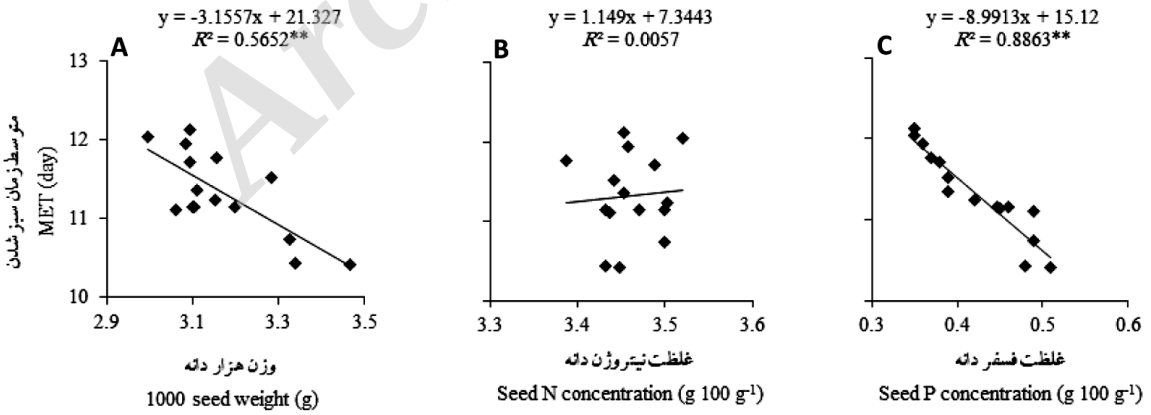
www.SID.ir

(Sawan *et al*., 2011) و لوبیا (Pacheco *et al*., 2012) گزارش شده است. افزایش غلظت فسفر در بذر نیز راه‌کاری شناخته شده جهت افزایش وزن خشک گیاهچه و عملکرد گیاه در واحد سطح می‌باشد (Peltonen-Sainio *et al*., 2006; Seyyedi *et al*., 2015). رابطه مثبت و معنی‌دار بین میزان فسفر بذر با MET (شکل ۲: C) می‌تواند نشان‌دهنده نقش ویژه میزان فسفر بذر در افزایش بنیه بذر ارقام کنجد باشد. بین ارقام کنجد از نظر درصد روغن تفاوت معنی-داری مشاهده نشد. با این وجود، نتایج نشان داد که بین ارقام کنجد از نظر تمامی اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).



شکل ۱- ارتباط بین متوسط زمان جوانه زنی (MGT) با متوسط زمان سبز شدن (MET) (A)، وزن خشک گیاهچه با MET (B) و درصد سبز شدن با MET (C). ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

Fig. 1- Relationship between mean germination time (MGT) with mean emergence time (MET) (A), seedling dry weight with MET (B), and emergence percentage with MET (C). The asterisks ** indicate statistical differences at P ≤0.01.



شکل ۲- ارتباط بین وزن هزار دانه با متوسط زمان سبز شدن (MET) (A)، غلظت نیتروژن دانه با MET (B) و غلظت فسفر دانه با MET (C). ** تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

Fig. 2- Relationship between 1000 seed weight with mean emergence time (MET) (A), seed N concentration with MET (B), and seed P concentration with MET (C). The asterisks ** indicate statistical differences at P ≤0.01

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس مربوط به درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در ارقام مختلف کنجد

Table 3- Analysis of variance of saturated and un-saturated fatty acids percentage in different sesame cultivars

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	روغن Oil	غلظت اسیدهای چرب اشباع Saturated fatty acids concentration						غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع Un-saturated fatty acids concentration					
			پالمیتیک Palmitic	مارگاریگ Margaric	استاریک Stearic	آراچیدیک Arachidic	بهنیک Behenic	لیگنوسریک Lignoceric	پالمیتولئیک Palmitoleic	هپتادسنوئیک Heptadecenoic	اولئیک Oleic	لینولئیک Linoleic	لینولنیک Linolenic	گاندوئیک Gondoic
تیمار Treatment	14	0.89 ns	1.22 **	0.038 **	0.78 **	0.03 **	0.03 **	0.04 **	0.04 **	0.017 **	9.29 **	10.46 **	0.014 *	0.014 *
خطا Error	15	3.75	0.22	0.009	0.04	0.01	0.01	0.005	0.01	0.002	0.12	0.25	0.009	0.009

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 levels of probability and no significant, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین مربوط به درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در ارقام مختلف کنجد

Table 4- Mean comparison of saturated and un-saturated fatty acids percentage in different sesame cultivars

ارقام کنجد Sesame cultivars	روغن Oil (g 100 g^{-1})	غلظت اسیدهای چرب اشباع Saturated fatty acids concentration (%)						غلظت اسیدهای چرب غیر اشباع Un-saturated fatty acids concentration (%)					
		پالمیتیک Palmitic	مارگاریگ Margaric	استاریک Stearic	آراچیدیک Arachidic	بهنیک Behenic	لیگنوسریک Lignoceric	پالمیتولئیک Palmitoleic	هپتادسنوئیک Heptadecenoic	اولئیک Oleic	لینولئیک Linoleic	لینولنیک Linolenic	گندوئیک Gondoic
داراب ۲ Darab 2	59.38	7.51	0.07	7.33	0.94	0.20	0.15	0.15	0.00	42.36	40.59	0.44	0.24
داراب – ۱۴ Darab 14	60.34	8.18	0.26	6.77	0.80	0.49	0.00	0.32	0.14	41.79	40.32	0.51	0.42
دشتستان – ۲ Dashtestan 2	59.76	8.68	0.13	6.57	0.74	0.21	0.17	0.17	0.12	44.78	37.72	0.37	0.34
دشتستان – ۵ Dashtestan 5	60.37	8.94	0.21	6.45	0.70	0.26	0.21	0.20	0.00	44.58	37.67	0.39	0.37
اسفراین Esfaraen	59.32	7.34	0.21	7.41	0.93	0.21	0.32	0.26	0.00	43.99	38.46	0.48	0.38
IS	60.13	7.06	0.00	6.64	0.71	0.29	0.00	0.00	0.00	44.57	39.98	0.43	0.32
JL-13	60.39	8.08	0.12	6.25	0.67	0.18	0.22	0.14	0.12	43.25	40.15	0.50	0.31
کلات Kalat	60.27	8.45	0.06	6.78	0.76	0.26	0.14	0.19	0.00	43.18	39.45	0.44	0.28
کاشمر Kashmar	60.62	8.89	0.15	6.15	0.64	0.20	0.18	0.27	0.00	42.49	40.29	0.49	0.25
مشهد Mashhad	59.39	8.58	0.18	7.02	0.62	0.23	0.25	0.21	0.14	40.22	41.65	0.57	0.32
اولتان Oltan	59.42	8.29	0.10	7.04	0.70	0.28	0.15	0.18	0.00	42.41	40.09	0.46	0.29
سیستان Sistan	59.94	7.80	0.18	6.36	0.72	0.33	0.00	0.36	0.14	43.27	40.08	0.44	0.31
TS-3	60.67	8.14	0.12	6.75	0.72	0.18	0.15	0.19	0.11	42.75	40.11	0.51	0.26
ورامین ۲۸۲۲ Varamin 2822	60.40	7.87	0.37	6.84	0.78	0.18	0.14	0.11	0.09	42.37	40.52	0.50	0.22
یلو وایت Yellow White	60.19	8.37	0.00	5.76	0.70	0.39	0.00	0.00	0.00	39.33	44.46	0.58	0.40
LSD (P = 0.05)	*2.757*	*0.670*	*0.142*	*0.285*	*0.152*	*0.139*	*0.101*	*0.134*	*0.055*	*0.525*	*0.710*	*0.134*	*0.140*

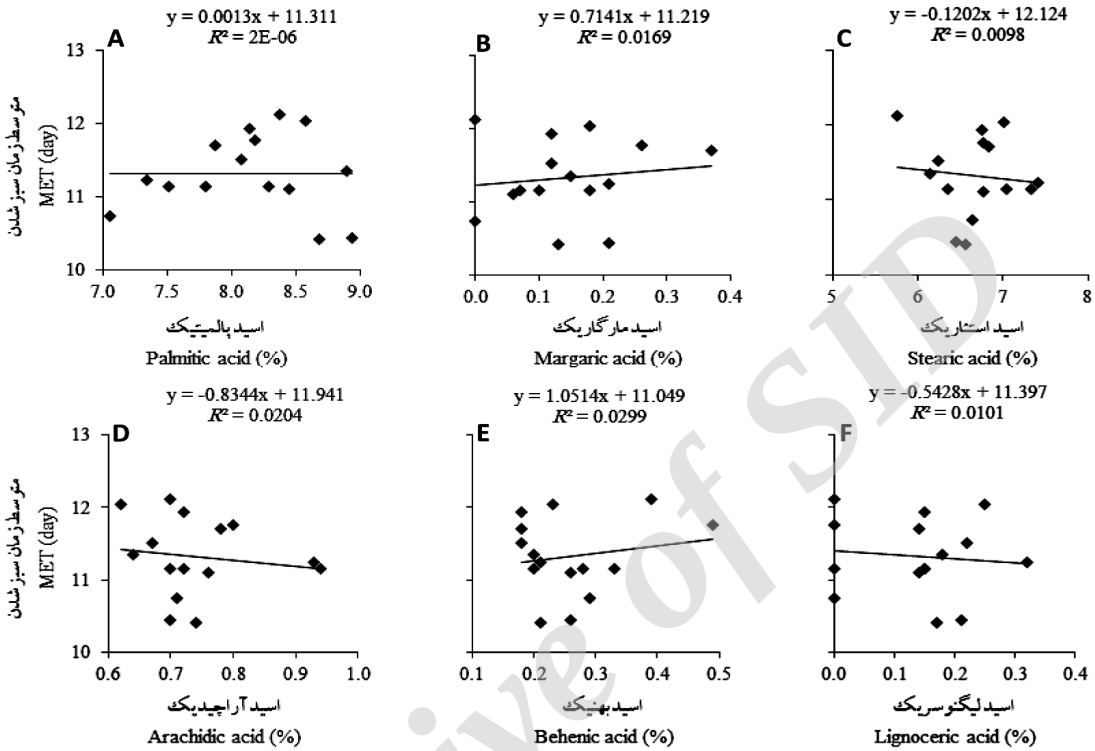
طبق نتایج آزمایش، هیچ کدام از اسیدهای چرب اشباع کنجد ارتباط معنی‌داری با MET نداشتند (شکل A-F :۳). همچنین به جز اسید اولئیک، اسید لینولئیک و لینولنیک، ارتباط بین سایر اسیدهای چرب غیر اشباع با MET معنی‌دار نبود (شکل A-F :۴).

همبستگی‌های مثبت بین اسید لینولنیک با MET (R^2= 0.93**) و بین اسید لینولئیک با MET (R^2= 0.61**) و نیز همبستگی منفی بین اسید اولئیک با MET (R^2= 0.73**) نشان‌دهنده آن است که میزان این اسیدهای چرب، بنیه بذر در ارقام کنجد را می تواند تحت تاثیر قرار دهد. به عبارتی، ارقامی از کنجد با درصد اسید اولئیک بالاتر و به ویژه میزان لینولنیک پایین‌تر، دارای MET کمتر و در نتیجه بنیه بذر بالاتری

Archive of SID

www.SID.ir

بودند. همبستگی شدید بین اسید لینولنیک با MET در مقایسه با اسیداولئیک و لینولئیک نیز بیانگر آن است که درصد اسید لینولنیک بیش از سایر اسیدهای چرب غیر اشباع، بر بنیه بذر کنجد تاثیر می‌گذارد.



شکل ۳- ارتباط بین اسیدهای چرب اشباع در روغن کنجد با متوسط زمان سبز شدن (MET).

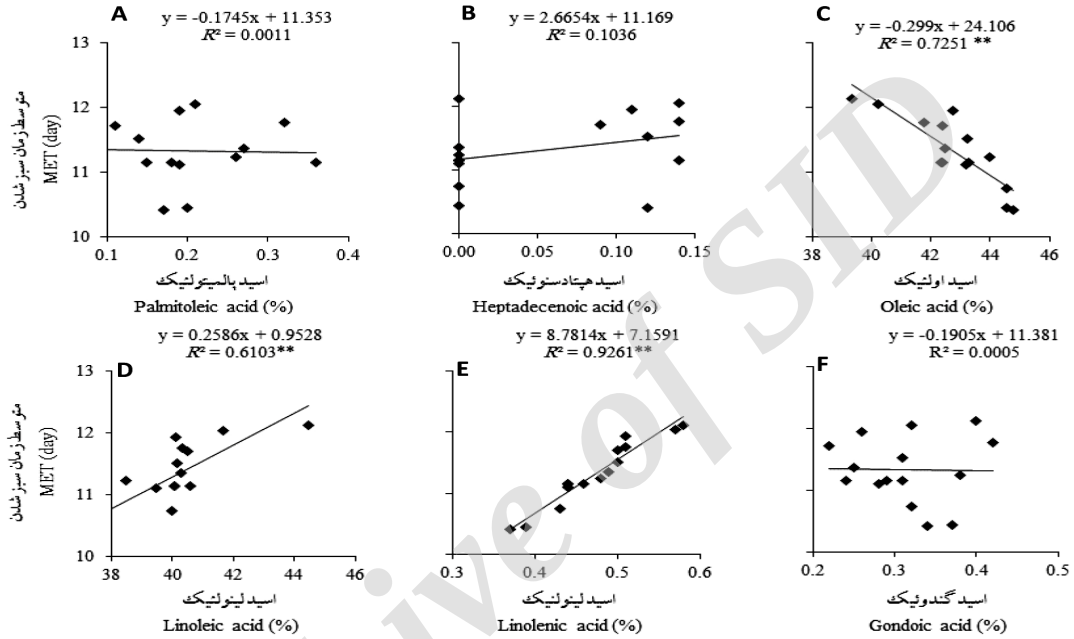
Fig. 3- Relationship between saturated fatty acids in sesame oil with mean emergence time (MET).

نقش منفی تاثیر میزان اسید لینولئیک و به ویژه اسید لینولنیک بر بنیه بذر گیاهان هنوز به روشنی مشخص نیست. به طور کلی، دانه‌های روغنی غنی از لیپید، از نظر دوام بنیه بذر دارای حساسیت بیشتری هستند (Balešević-Tubić *et al.*, 2010). از آنجایی که روغن‌های دارای میزان بالاتر اسید لینولنیک به دلیل سرعت اکسیده شدن بیشتر، دارای پایداری کمتری می‌باشند (Khajehpour, 2005; Yun and Surh, 2012)، میزان بالاتر اسید لینولنیک ممکن است از طریق تاثیر بر کیفیت روغن، منجر به کاهش بنیه بذر در گیاهان روغنی شود. همچنین به دلیل رابطه منفی بین درصد اسید اولئیک با اسید لینولئیک (شکل A :۵) و نیز رابطه منفی بین درصد اسید اولئیک با اسید لینولنیک (شکل B :۵)، به نظر می‌رسد، هرگونه عاملی محیطی که بتواند منجر به افزایش درصد اسید اولئیک شود، بتواند با کاهش میزان اسید لینولئیک و به ویژه لینولنیک منجر به افزایش بنیه بذر در ارقام کنجد شود. مشابه نتایج این آزمایش، گزارش شده است که اصلاح برای ارقامی از آفتاب گردان (*Helianthus annuus* L.) در جهت افزایش میزان اسید اولئیک و کاهش اسید لینولئیک می‌تواند جوانه‌زنی بذر را تحت تاثیر قرار دهد (González Belo *et al.*, 2014). طبق نتایج بالسویچ – توبیچ و همکاران (Balešević-Tubić *et al.*, 2007)، شدت زوال بذر در

Archive of SID

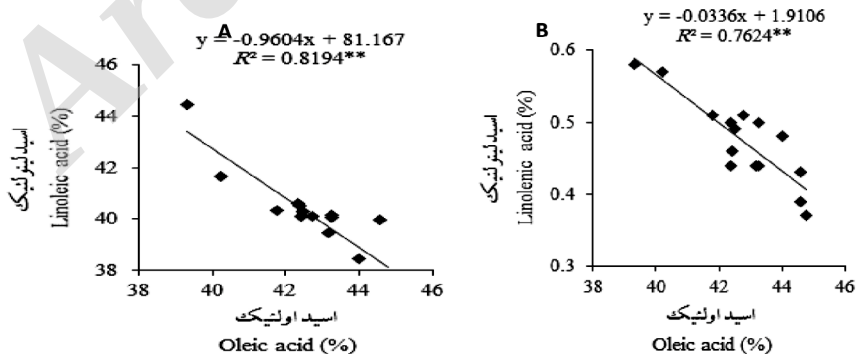
www.SID.ir

آفتاب گردان تابعی از درجه اسیدهای چرب غیر اشباع در روغن می‌باشد. به طوری که افزایش اسید اولئیک (دارای یک پیوند دو گانه) نسبت به لینولنیک (دارای سه پیوند دو گانه) سبب کاهش در سرعت زوال بذر می‌گردد. همچنین ور و همکاران (Were et al., 2006) همبستگی منفی بین درصد اسید لینولنیک با اسید اولئیک در ارقام کنجد را گزارش کردند. سیدی و همکاران (Seyyedi et al., 2015) نیز با مشاهده نقش منفی افزایش درصد اسید لینولنیک بر بنیه بذر سیاهدانه (*Nigella sativa* L.)، میزان اسید لینولنیک را به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی بنیه بذر آن پیشنهاد نمودند.



شکل ۴- ارتباط بین اسیدهای چرب غیر اشباع در روغن کنجد با متوسط زمان سبز شدن (MET). ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

Fig. 4- Relationship between unsaturated fatty acids in sesame oil with mean emergence time (MET). The asterisks ** indicate statistical differences at P ≤0.01.



شکل ۵- ارتباط بین اسید اولئیک با اسید لینولئیک (A) و اسید اولئیک با اسید لینولنیک (B). ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

Fig. 5- Relationship between oleic acid with linoleic acid (A) and oleic acid with linolenic acid (B). The asterisks ** indicate statistical differences at P ≤0.01.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش میزان ذخیره غذایی که در واقع تابعی از وزن هزار دانه می‌باشد، از عوامل مهم در افزایش بنیه بذر ارقام کنجد شناسایی شد. با این وجود، عدم ارتباط بین غلظت نیتروژن بذر با MET و نیز همبستگی بالاتر بین غلظت فسفر بذر با MET (R^2=

Archive of SID

www.SID.ir

(0.89** نسبت به وزن هزار دانه با MET (R^2= 0.57**)، نشان داد که نوع ترکیب عناصر غذایی مانند فسفر نسبت به کل ذخایر بذر از اهمیت بالاتری برخوردار بوده و می‌تواند بنیه بذر و استقرار گیاه‌چه‌ها را بیشتر تحت تاثیر قرار دهد. همچنین با وجود عدم تفاوت بین ارقام مورد مطالعه از نظر درصد روغن، همبستگی بالایی بین غلظت اسید لینولنیک با MET مشاهده شد (R^2= 0.93**). از این نوع به نظر می‌رسد که بنیه بذر ارقام کنجد وابسته به ترکیب اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در روغن کنجد باشد. طبق نتایج این آزمایش، ارقام دشتستان ۲، دشتستان ۵ و IS به دلیل برخورداری از بنیه بالا، جهت کشت در مناطق خشک و نیمه خشک توصیه می‌شوند.

سپاسگزاری

هزینه‌های مورد نیاز جهت انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد ۳۱۰۰۲ مورخ ۹۳/۰۴/۰۱ تأمین شده تأمین شده است که بدین وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه تشکر و سپاس‌گزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

References

AOAC. 2000. Official methods of analysis (17th ed.) Gaithersburg, Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists.

Asghar, A. and M. N. Majeed. 2013. Chemical characterization and fatty acid profile of different sesame verities in Pakistan. Am. J. Sci. Ind. Res. 4: 540–545.

Balešević-Tubić, S., M. Tatić, J. Miladinović and M. Pucarević. 2007. Changes of fatty acids content and vigor of sunflower seed during natural aging. Helia 30: 61–68.

Balešević-Tubić, S., M. Tatić, V. Đorđević, Z. Nikolić and V. Đukić. 2010. Seed viability of oil crops depending on storage conditions. Helia 33: 153–160.

Bishnoi, U. R., G. Kaur and M. H. Khan. 2007. Calcium, phosphorus, and harvest stages effects soybean seed production and quality. J. Plant Nutr. 30: 2119–2127.

Carvalho, R. H. R., E. L. Galvão, J. Â. C. Barros, M. M. Conceição and E. M. B. D. Sousa. 2012. Extraction, fatty acid profile and antioxidant activity of sesame extract (*Sesamum indicum* L.). Braz. J. Chem. Eng. 29: 409–420.

Chung, C. H., Y. J. Yee, D. H. Kim, H. K. Kim and D. S. Chung. 1995. Changes of lipid, protein, RNA and fatty acid composition in developing sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. Plant Sci. 109: 237–243.

Demir, I., S. Ermis, K. Mavi and S. Matthews. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. Seed Sci. Technol. 36: 21–30.

Elamrani, A., P. Raymond and P. Saglio. 1992. Nature and utilization of seed reserves during germination and heterotrophic growth of young sugar beet seedlings. Seed Sci. Res. 2: 1–8.

FAO. 2013. Available from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed 11 Sep. 2016, verified 11 Sep. 2016).

Farhoosh, R., M. H. Haddad Khodaparast and A. Sharif. 2009. Bene hull oil as a highly stable and antioxidative vegetable oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 111: 1259–1265.

González Belo, R., J. Tognetti, R. Benech-Arnold and N. G. Izquierdo. 2014. Germination responses to temperature and water potential as affected by seed oil composition in sunflower. Ind. Crops Prod. 62: 537–544.

Grichar, W. J., D. C. Sestak, K. D. Brewer, B. A. Besler, C. R. Stichler and D. T. Smith. 2001. Sesame (*Sesamum indicum* L.) tolerance and weed control with soil-applied herbicides. Crop Prot. 20: 389–394.

Hojjat, S. S. 2011. Effects of seed size on germination and seedling growth of some lentil genotypes (*Lens culinaris* Medic.). Int. J. Agric. Crop Sci. 3: 1–5.

ISTA. 2012. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Archive of SID

www.SID.ir

Khajeh-Hosseini, M., A. Lomholt and S. Matthews. 2009. Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigour and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.). Seed Sci. Technol. 37: 446–456.
Khajehpour, M. R. 2005. Industrial Crops. (In Persian). Jahade-e-Daneshghahi Isfahan Press, Isfahan, Iran, 564 pp.
Liao, H. and X. Yan. 1999. Seed size is closely related to phosphorus use efficiency and photosynthetic phosphorus use efficiency in common bean. J. Plant Nutr. 22: 877–888.
Lutterodt, H., M. Luther, M. Slavin, J. Yin, J. Parry, J. Gao and L. Yu. 2010. Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. LWT - Food Sci. Technol. 43: 1409-1413.
Modi, A. T. 2002. Wheat seed quality in response to molybdenum and phosphorus. J. Plant Nutr. 25: 2409–2419.
Mohdaly, A. A. A., I. Smetanska, M. F. Ramadan, M. A. Sarhan and A. Mahmoud. 2011. Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract in stabilization of sunflower and soybean oils. Ind. Crops Prod. 34: 952–959.
Mostafa, M. M. and E. H. Rahma. 1987. Chemical and nutritional changes in soybean during germination. Food Chem. 23: 257–275.
Murphy, J. and J. P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27: 31–36.
Nicanuzia dos Prazeres, J., C. Veríssima Ferreira and H. Aoyama. 2004. Acid phosphatase activities during the germination of *Glycine max* seeds. Plant Physiol. Biochem. 42: 15–20.
Noli, E., E. Casarini, G. Urso and S. Conti. 2008. Suitability of three vigour test procedures to predict field performance of early sown maize seed. Seed Sci. Technol. 36: 168–176.
Nonogaki, H. 2008. Seed germination and reserve mobilization. In: encyclopedia of life sciences. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester.
Nzikou, J. M., L. Matos, G. Bouanga-Kalou, C. B. Ndangui, N. P. G. Pambou-Tobi, A. Kimbonguila, T. Silou, M. Linder and S. Desobry. 2009. Chemical composition on the seeds and oil of sesame (*Sesamum indicum* L.) grown in Congo-Brazzaville. Adv. J. Food Sci. Technol. 1: 6–11.
Pacheco, R. S., L. F. Brito, R. Straliotto, D. V. Pérez and A. P. Araújo. 2012. Seeds enriched with phosphorus and molybdenum as a strategy for improving grain yield of common bean crop. Field Crops Res. 136: 97–106.
Peltonen-Sainio, P., M. Kontturi and J. Peltonen. 2006. Phosphorus seed coating enhancement on early growth and yield components in oat. Agron. J. 98: 206–211.
Piras, A., A. Rosa, B. Marongiu, S. Porcedda, D. Falconieri, M. A. Dessi, B. Ozcelik and U. Koca. 2013. Chemical composition and in vitro bioactivity of the volatile and fixed oils of *Nigella sativa* L. extracted by supercritical carbon dioxide. Ind. Crops Prod. 46: 317– 323.
Rostami, M., V. Farzaneh, A. Boujmehrani, M. Mohammadi and H. Bakhshabadi. 2014. Optimizing the extraction process of sesame seed's oil using response surface method on the industrial scale. Ind. Crops Prod. 58: 160–165.
SAS. 2011. SAS for Windows Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
Sawan, Z. M., A. H. Fahmy and S. E. Yousef. 2011. Effect of potassium, zinc and phosphorus on seed yield, seed viability and seedling vigor of cotton (*Gossypium barbadense* L.). Arch. Agron. Soil Sci. 57: 75–90.
Sepaskhah, A. R. and M. Andam. 2001. Crop coefficient of sesame in a semi-arid region of I.R. Iran. Agric. Water Manage. 49: 51–63.
Seyyedi, S. M., M. Khajeh-Hosseini, P. Rezvani Moghaddam and H. Shahandeh. 2015. Effects of phosphorus and seed priming on seed vigor, fatty acids composition and heterotrophic seedling growth of black seed (*Nigella sativa* L.) grown in a calcareous soil. Ind. Crops Prod. 74: 939–949.
Snider, J. L., G. D. Collins, J. Whitaker, K. D. Chapman, P. Horn and T. L. Grey. 2014. Seed size and oil content are key determinants of seedling vigor in *Gossypium hirsutum*. J. Cotton Sci. 18: 1–9.
Soltani, A., M. Gholipoor and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environ. Exp. Bot. 55: 195–200.
Thant, K. H., J. Duangpatra and J. Romkaew. 2010. Appropriate temperature and time for an accelerated aging vigor test in sesame (*Sesamum indicum* L.) Seed. Kasetsart J. Nat. Sci. 44: 10–16.
Uzun, B., Ç. Arslan and Ş. Furat. 2008. Variation in fatty acid compositions, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.). J. Am. Oil Chem. Soc. 85: 1135–1142.
Uzun, B., C. Arslan, M. Karhan and C. Toker. 2007. Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.). Food Chem. 102: 45–49.

Archive of SID

www.SID.ir

Wanasundara, P. K. J. P. D., U. N. Wanasundara and F. Shahidi. 1999. Changes in flax (Linum usitatissimum L.) seed lipids during germination. J. Am. Oil Chem. Soc. 76: 41–48.
Were, B. A., A. O. Onkware, S. Gudu, M. Welander and A. S. Carlsson. 2006. Seed oil content and fatty acid composition in East African sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions evaluated over 3 years. Field Crops Res. 97: 254–260.
Yun, J. M. and J. H. Surh. 2012. Fatty acid composition as a predictor for the oxidation stability of Korean vegetable oils with or without induced oxidative stress. Prev. Nutr. Food Sci. 17: 158–165.

Archive of SID

www.SID.ir