مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۱۱/ شماره ۱/سال ۱۳۸۹/ص ۱۱۶-۱۰۳

# توزیع اندازهٔ فندقهٔ آفتابگردان ارقام روغنی و تأثیر آن روی ویژگی‌های کمی و کیفی روغن استحصالی

**علیرضا قدس ولی** *

* نگارنده مسئول، استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، نشانی: گرگان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، ص.پ. ۳۶۳-۴۹۱۶۵، تلفن: ۳۳۵۰۰۶۳(۰۱۷۱)؛ پیام نگار: qodsevali@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۵

## چکیده

**در این تحقیق، نمونه‌هایی از فندقهٔ آفتابگردان روغنی سه رقم پروگرس، هایسان۳۳، و یوروفلور نمونه‌برداری شده از چهار مکان علی‌آباد، گلیداغ، کلاله، و کالپوش واقع در استان گلستان با دو غربال دارای منافذ ۱۶-۱۴ میلی‌متر طول و ۲/۷۵ و ۳/۷۵ میلی‌متر عرض به سه بخش تقسیم شدند؛ بخش بزرگ (ضخامت بزرگتر از ۳/۷۵ میلی‌متر)، متوسط (ضخامت بین ۲/۷۵ و ۳/۷۵ میلی‌متر)، و بخش کوچک (ضخامت کوچکتر از ۲/۷۵ میلی‌متر). توزیع اندازه و فراوانی دانهٔ نمونه‌های آفتابگردان بررسی و تأثیر اندازهٔ دانه روی عدد پراکسید، عدد اسیدی، جرم مخصوص، و ضریب شکست روغن‌های استحصالی نیز با استفاده از طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش‌های فاکتوریل ۲×۳×۸ (هشت سطح نمونه، سه سطح اندازهٔ دانه، و دو سطح نوع مغز دانه) ارزیابی شد. نمونه‌های پروگرس کلاله و هایسان ۳۳ علی‌آباد در سطح احتمال ۵ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین دانه‌های بزرگ و نمونه‌های یوروفلور گلیداغ و هایسان ۳۳ گلیداغ در سطح احتمال ۵ درصد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین دانه‌های کوچک بودند. اندازهٔ بزرگ، متوسط، و کوچک دانه‌ها همگی با هم از نظر ضریب شکست روغن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند و دانه‌های متوسط و بزرگ به ترتیب بیشترین و کمترین ضریب شکست روغن را داشتند. مغزهای کامل و شکستهٔ دانه‌ها از نظر جرم مخصوص روغن در سطح احتمال ۵ درصد با هم اختلاف معنی‌دار نشان دادند. بین عدد پراکسید روغن‌های به دست آمده در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت و روغن نمونهٔ یوروفلور گلیداغ با بیشترین مقدار عدد پراکسید نسبت به کمترین مقدار آن که مربوط به نمونهٔ یوروفلور کالپوش بود ۶۱/۶ درصد افزایش نشان داد. براساس نتایج به دست آمده و تأثیر اندازهٔ فندقهٔ آفتابگردان روی کیفیت روغن استحصالی باید نسبت به درجه‌بندی روغن‌های خام استخراج شده بر اساس پارامترهای کیفی آنها اقدام کرد که این موضوع می‌تواند راهنمایی برای عملیات واحد پالایش روغن و خصوصاً هیدروژناسیون و تولید انواع روغن مخصوص سرخ کردن و سالاد باشد.**

## واژه‌های کلیدی

**آفتابگردان روغنی، اندازهٔ دانه، کمیت روغن، کیفیت روغن**

## مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) گیاهی است از خانوادهٔ Asteraceae، یکساله، و دگرگشن که از ۵۰ سال پیش زراعت آن به عنوان گیاهی با دانه‌های روغنی در اتحاد جماهیر شوروی سابق و آرژانتین معمول شد. دانهٔ آفتابگردان یکی از دانه‌های روغنی مهم است که با تولید حدود ۳۳ میلیون تن در سال، مقام پنجم را از نظر تولید جهانی دارد. میزان تولید جهانی روغن آفتابگردان تقریباً معادل ۱۲ میلیون تن در سال است. سطح زیر کشت و میانگین عملکرد آن به ترتیب ۲۴ میلیون هکتار و ۱۳۹۰ کیلوگرم در هکتار است. بر اساس گزارش‌ها، میزان تولید روغن در جهان طی سال‌های ۲۰۰۶- ۲۰۰۵ حدود ۲

© 2013,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

درصد افزایش یافته است که بیشترین میزان این افزایش مربوط به روغن دانه‌های آفتابگردان است (Anon, 2009).

سطح زیر کشت آفتابگردان در ایران و استان گلستان به ترتیب ۱۰۰ هزار و ۱۰ هزار هکتار و عملکرد آن ۱/۲ تن در هکتار است. استان گلستان با تولید ۴۵ درصد دانه‌های روغنی کشور، برای چهارمین سال متوالی مقام نخست تولید این محصولات را در بین استان‌های کشور به دست آورده است. این مقام با تولید ۲۳۵ هزار تن محصول دانه‌های روغنی از سطح ۱۳۰ هزار هکتار از مزارع استان به دست آمده است که از این میان روغن آفتابگردان از ۱۰ هزار هکتار زمین زیر کشت این محصول حدود ۱۲ هزار تن بوده است.

دانهٔ آفتابگردان نوع ویژه‌ای از میوهٔ ناشکوفا تعریف شده است. دانه شامل پوست، اندوسپرم، و جنین است. قاعدهٔ دانه گرد و نوک آن کشیده است؛ و تقریباً ۱۰ تا ۱۵ میلی متر طول دارد و در مقطع عرضی چهار وجهی به نظر می‌رسد. جزء خارجی پری‌کارپ یا پوستهٔ مرکب سلول‌های کشیده و رنگی دارد و قسمت درونی از چندین لایهٔ فیبری یا دیواره‌های به شدت مشبک تشکیل شده است. به طور میانگین مغز آفتابگردان ۷۰ درصد از کل وزن دانه را تشکیل می‌دهد (Mirnezami, 2001). روغن دانهٔ آفتابگردان برای تأمین نیازهای تغذیه‌ای کیفیت بسیار عالی دارد به طوری که در سال‌های اخیر ارقام زراعی با درصد بالایی از روغن، و خصوصاً اسید اولئیک، نقش مهمی در زراعت این محصول داشته است.

تحقیقات دیگری نیز در این زمینه با اهداف گوناگون اجرا شده است از جمله: بررسی تأثیر شرایط اقلیمی و رقم روی کیفیت دانهٔ آفتابگردان (Nel *et al*., 2000)؛ بررسی تأثیر درجه‌بندی با هوادهی روی افزایش میزان روغن و بازیابی پروتئین که در آن اثر اندازهٔ دانه، شرایط اقلیمی، و رقم ارزیابی قرار شد (Nel *et al*., 1999) ؛ تعیین کیفیت دانه جهت فرایند که در آن تأثیر رقم و شرایط اقلیمی روی خصوصیات فیزیکی دانه، تأثیر اندازهٔ دانه روی راندمان پوست‌گیری و تولید پوسته و نرمه طی پوست‌گیری و نیز اثر درجه‌بندی روی میزان روغن و راندمان پوست‌گیری (Nel, 2001)؛ بررسی تأثیر وراثت در راندمان پوست‌گیری و در نتیجه کیفیت روغن استحصالی از دانهٔ آفتابگردان (Denis *et al*., 1994)؛ بررسی تأثیر محل کشت و درجه‌بندی و تأثیر متقابل محل و اندازهٔ دانه روی راندمان استخراج روغن، چنانکه درصد روغن برای نمونه غربال شده به ترتیب ۴/۷ و ۱۳/۲درصد بالاتر از نمونه‌های غربال نشده گزارش شده است (Nel *et al*., 1999)؛ بررسی تأثیر درجه‌بندی بر اساس اندازهٔ دانه روی کیفیت کیک‌های تولید شده از دانه‌های یک رقم خاص و محل کشت ثابت (Nel, 2001).

در این تحقیق، اهداف زیر در نظر گرفته شده است: بررسی تأثیر نوع نمونه روی میزان روغن دانهٔ کامل، مغز و پوسته‌ی دانه‌ها؛ بررسی توزیع اندازهٔ فندقهٔ آفتابگردان ارقام روغنی استان گلستان و ارزیابی تأثیر اندازهٔ دانه و نوع مغز دانه روی خصوصیات کیفی روغن‌های استحصالی.

## مواد و روش‌ها

سه رقم آفتابگردان مورد بررسی عبارت‌اند از هیبرید هایسان۳۳، پروگس، و یوروفلور با عملکرد به ترتیب ۴/۰-۳/۷، ۳/۵-۲/۵، و ۳/۶-۳/۴ تن در هکتار.

### نمونه‌برداری

نمونه‌برداری به روش طبقه‌بندی (تعیین مراکز عمدهٔ کشت آفتابگردان) اجرا و نمونه‌های تصادفی از ۴ محل عمدهٔ کاشت آفتابرگردان دشت کالپوش، گنبد و گلی‌داغ، کلاله و مینودشت، علی‌آباد و گرگان اخذ شد. از هر یک از ۴ محل و متناسب با سطح زیر کشت، حداقل ۳۰ نمونه از هر رقم از مزارع با مدیریت یکسان زراعی (بدون وجود

عوامل محدود کنندهٔ تولید) جمع‌آوری شد. پس از مخلوط کردن نمونه‌های مربوط به هر محل، سرانجام یک نمونهٔ مرکب به وزن ۱۰۰ کیلوگرم (از هر رقم مورد آزمایش) تهیه گردید. نمونه‌های آزمایشی و محل جمع‌آوری آنها از این قرار است: هایسان ۳۳ علی‌آباد، یوروفلور گلیداغ، هایسان ۳۳ گلیداغ، پروگرس کلاله، هایسان ۳۳ کلاله، پروگرس کالپوش، یوروفلور کالپوش، و یوروفلور کلاله است.

## آماده‌سازی نمونه‌ها

مواد خارجی، دانه‌های شکسته، و دانه‌های نارس با استفاده از غربال و گرد و غبار و مواد خارجی سبک‌تر با نیروی باد از نمونه‌ها جدا شدند و نمونه‌های تهیه شده در ۱۰ کیسهٔ کتانی به ظرفیت ۱۰ کیلوگرم بسته‌بندی و در اتاقی با دمای ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند (Gupta & Das, 1999; Gupta *et al*., 2007). از هر کیسه، یک نمونهٔ ۱ کیلوگرمی اخذ شد؛ این نمونه در مرحلهٔ اول به دو بخش ۰/۵ کیلوگرمی و در مرحلهٔ دوم هر یک به دو زیربخش ۲۵۰ گرمی تقسیم شد. از هر نمونهٔ ۲۵۰ گرمی دو نمونهٔ ۲۰ گرمی در مجموع میزان نمونه از هرکیسه ۴۰ گرم برداشته شد که با احتساب ۱۰ کیسه (نام‌گذاری شده بر حسب رقم و مکان) ۴۰۰ گرم نمونه به دست آمد. این روش نمونه‌برداری با روش‌هایی که دیگر محققان به‌کار گرفته‌اند همخوانی دارد (Dutta *et al*., 1988; Joshi *et al*., 1993; Gupta & Das, 1997). تمامی نمونه‌ها (ضخامت بزرگتر از ۳/۷۵ میلی‌متر)، متوسط (ضخامت بین ۲/۷۵ و ۳/۷۵ میلی‌متر)، و کوچک (ضخامت کوچکتر از ۲/۷۵ میلی‌متر) ابتدا در گرمخانه خشک و سپس با دستگاه پوست‌گیری شدند.

## فراوانی دانه‌ها

کل نمونه‌ها با استفاده از دو غربال دارای سوراخ‌های مستطیل شکل با ابعادی به طول ۱۴-۱۶ میلی‌متر و عرض ۲/۷۵-۳/۷۵ میلی‌متر، به سه بخش بزرگ، متوسط و کوچک تقسیم‌بندی شدند. توزیع اندازهٔ دانه‌ها با منظور کردن جرم هر بخش به صورت درصد بیان شد (Gupta & Das, 1997; Nel, 2001).

$$L=(W_L/W_t)\times 100 \qquad (۱)$$

$$I=(W_I/W_t)\times 100 \qquad (۲)$$

$$S=(W_S/W_t)\times 100 \qquad (۳)$$

که در این روابط،

$L$= دانه‌های بزرگ (درصد)؛ $W_L$= وزن دانه‌های بزرگ؛ $W_t$= وزن کل نمونه؛ $I$= دانه‌های متوسط (درصد)؛ $W_I$= وزن دانه‌های متوسط؛ $S$= دانه‌های کوچک (درصد)؛ و $W_s$= وزن دانه‌های کوچک است.

## تجزیه‌های شیمیایی

میزان رطوبت با استفاده از روش (Anon, 1997) و خشک کردن حدود ۱۰ گرم نمونه در آون با دمای ۲ ± ۱۰۳ درجهٔ سانتی‌گراد تا رسیدن به رطوبت ثابت تعیین شد. تعیین میزان روغن دانهٔ کامل، مغز کامل و شکستهٔ دانه، و پوستهٔ آفتابگردان با استفاده از روش شمارهٔ Ba 6-84 (Anon, 1993) و دستگاه سوکسله. عدد پراکسید طبق دستورالعمل ۱۶-۱-۴۱ (Anon, 2005) بر حسب میلی‌اکی‌والان برای یک کیلوگرم روغن یا چربی و از رابطهٔ زیر تعیین شد:

$$\text{عدد پراکسید} = [(S \times M \times 1000)/\text{(مقدار نمونه، گرم)}] \qquad (۴)$$

که در آن، $S$= مقدار هیپوسولفیت سدیم مصرفی(میلی لیتر)؛ و $M$ = مولاریته هیپوسولفیت

سدیم است. اسیدیته طبق دستور العمل ۲۱-۱-۴۱ (Anon, 2005) و از رابطهٔ زیر تعیین شد:

$$\text{اسیدیته} = C \times V \times (100/m) \times (M/1000) = (VCM)/10m \quad (۵)$$

که در آن،
$V$= حجم سود مصرفی (میلی‌لیتر)؛ $C$= نرمالیته؛ $M$= مولاریته بیشترین اسید در نمونه (گرم) (در روغن آفتابگردان بیشترین اسید، اسید اولئیک با مولاریتهٔ ۲۸۲ گرم بر مول است)؛ و $m$= وزن نمونه (گرم) است.

## خواص فیزیکی روغن دانهٔ آفتابگردان

جرم مخصوص چربی‌ها و روغن‌ها برحسب وزن مولکولی و درجهٔ غیر اشباع بودن اسید چرب با طولانی بودن زنجیر کربنی آن تغییر می‌یابد. جرم مخصوص روغن طبق دستورالعمل ۰۶-۱-۴۱(Anon, 2005) و از رابطهٔ ۶ تعیین می‌شود:

$$\text{Specific gravity}_T = W_{\text{test sample}} / W H_2O \quad (۶)$$

تعیین شد. ضریب شکست با استفاده از دستگاه رفراکتومتر آبه و دستورالعمل ۰۷-۱-۴۱ (Anon, 2005) در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد تعیین شد. این اندیس برای تعقیب پیشرفت هیدروژناسیون روغن مفید است.

## نتایج و بحث

ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های آفتابگردان مورد آزمایش آنالیز واریانس آزمایش نشان داد که تأثیر نمونهٔ آفتابگردان (اثر رقم و مکان کشت)، روی میزان روغن استحصالی بخش‌های مختلف دانه (دانهٔ کامل، مغز دانه و پوستهٔ دانه) در سطح احتمال ۱ درصد بسیار معنی‌دار است. نمونهٔ یوروفلور گلیداغ دارای بیشترین مقدار روغن بود که نسبت به کمترین آن، مربوط به نمونهٔ پروگرس کالپوش، ۲۲/۴ درصد افزایش داشت و با همین رقم در کلاله و کالپوش در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان داد ولی این رقم در کالپوش و کلاله با هم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند (جدول ۱).

**جدول ۱- مقایسهٔ میانگین خصوصیات شیمیایی نمونه‌ها تحت تأثیر رقم و محل**

| نمونه | میزان روغن دانهٔ کامل (درصد) | میزان روغن مغز دانه (درصد) | میزان روغن پوستهٔ دانه (درصد) |
|---|---|---|---|
| هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۴۳/۸۹۳ c ± ۱/۱ | ۴۳/۸۹۳ a ± ۱/۰ | ۴۳/۸۹۳ b ± ۰/۳ |
| یوروفلور گلیداغ | ۵۲/۷۰۰ a ± ۰/۷ | ۴۳/۸۹۳ a ± ۱/۴ | ۴۳/۸۹۳ d ± ۰/۸ |
| هایسان ۳۳ گلیداغ | ۴۵/۹۲۳ bc ± ۱/۶ | ۴۳/۸۹۳ a ± ۲/۱ | ۴۳/۸۹۳ c ± ۲/۰ |
| یوروفلور کلاله | ۴۷/۴۵۰ b ± ۲/۲ | ۴۳/۸۹۳ b ± ۰/۹ | ۴۳/۸۹۳ b ± ۳/۱ |
| هایسان ۳۳ کلاله | ۴۳/۸۹۳ b ± ۰/۹ | ۴۳/۸۹۳ b ± ۱/۶ | ۴۳/۸۹۳ bc ± ۰/۷ |
| پروگرس کالپوش | ۴۳/۸۹۳ d ± ۱/۵ | ۴۳/۸۹۳ c ± ۱/۸ | ۴۳/۸۹۳ a ± ۱/۱ |
| یوروفلور کالپوش | ۴۳/۸۹۳ bc ± ۰/۴ | ۴۳/۸۹۳ a ± ۱/۱ | ۴۳/۸۹۳ e ± ۱/۶ |
| پروگرس کلاله | ۴۳/۸۹۳ c ± ۰/۹ | ۴۳/۸۹۳ a ± ۱/۳ | ۴۳/۸۹۳ d ± ۱/۹ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

ارقام مختلف در مکان گلیداغ از نظر میزان روغن دانه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند. در مکان کلاله، ارقام یوروفلور و هایسان۳۳ با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی هر دو با رقم پروگرس اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. در مکان کالپوش نیز ارقام با هم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نشان دادند. مکان گلیداغ بیشترین و کالپوش کمترین میزان درصد روغن دانهٔ کامل را به‌خود اختصاص دادند. نتایج تحقیقات سینگ و همکاران (Singh *et al*., 1999) میزان روغن دانهٔ ارقام مختلف آفتابگردان را بین ۳۷/۹۲ و ۴۶/۳ درصد و نتایج پرز و همکاران (Perez *et al*., 2007) میزان روغن دانه‌های آفتابگردان وحشی را بین ۲۷ تا ۳۰ درصد نشان داده است. نل و همکاران(Nel *et al*., 1999) گزارش نموده‌اند که درصد روغن استحصالی از دانه‌های بزرگ بیشتر است، زیرا میزان نرمهٔ کمتری تولید می‌کنند و نیز اینکه راندمان استخراج روغن از دانه‌های درجه‌بندی شده در مورد دو نمونهٔ مورد آزمایش آنها ۴/۷ و ۱۳/۲ درصد بالاتر از نمونه‌های درجه‌بندی نشده بوده است.

روغن مغز دانهٔ نمونهٔ هایسان ۳۳ گلیداغ با بیشترین مقدار در مقایسه با کمترین آن در نمونهٔ پروگرس، کلاله حدود ۱۳درصد افزایش نشان داد و بیشترین میزان روغن پوستهٔ دانه در نمونهٔ پروگرس کالپوش مشاهده شد (جدول ۱).

## توزیع اندازه و میزان فراوانی دانهٔ نمونه‌های آفتابگردان

### فراوانی دانه‌های بزرگ

نمونه‌های آفتابگردان مورد بررسی از نظر میزان فراوانی دانه‌ها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و نمونهٔ پروگرس کلاله که با بقیهٔ نمونه‌ها از نظر مقدار دانه‌های بزرگ اختلاف معنی‌دار داشت؛ دارای بیشترین میانگین دانه‌های بزرگ بود که نسبت به کمینهٔ میانگین‌ها (مربوط به رقم هایسان۳۳ علی‌آباد) ۸۷/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). رقم پروگرس و هایسان۳۳ از نظر میزان دانه‌های بزرگ به ترتیب بیشینه و کمینه بودند. نتایج مربوطه به مکان‌های کلاله و علی‌آباد نیز به همین‌گونه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار بود. مکان کالپوش و علی‌آباد به ترتیب بیشینه و کمینهٔ میزان دانه‌های بزرگ را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). نتایج نشان داد که میزان دانه‌های بزرگ آفتابگردان مورد آزمایش از ۳/۶ تا ۲۸/۵ درصد متغیر بود (جدول ۲). نتایج تحقیقات گوپتا و داس (Gupta & Das, 1997) میزان دانه‌های بزرگ آفتابگردان را ۱۱/۱ درصد و تحقیقات نل (Nel, 2001) برای دو رقم مختلف آفتابگردان ۱۴ و ۱۵ درصد نشان داده است.

### فراوانی دانه‌های متوسط

نمونه‌های آفتابگردان مورد بررسی از نظر مقدار دانه‌های متوسط (ضخامت بین۲/۷۵ و ۳/۷۵ میلی‌متر) در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و نمونهٔ هایسان۳۳ علی‌آباد با میانگین ۶۸/۹ و پروگرس کالپوش با میانگین ۲۸/۹ درصد در سطح احتمال ۵ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین بودند که میزان دانه‌های متوسط رقم هایسان۳۳ علی آباد ۵۸/۰۱۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تمامی نمونه‌های مربوط به مکان‌های مختلف از نظر مقدار دانه‌های متوسط همگی با هم در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند به جز دو نمونهٔ هایسان۳۳ کلاله و یوروفلور کالپوش که بین این دو اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. نتایج تحقیقات گوپتا و

داس (Gupta & Das, 1997) میزان دانه‌های متوسط آفتابگردان را ۸۲/۵۸ درصد و تحقیقات نل (Nel, 2001) برای دو رقم مختلف آفتابگردان ۲۹ و ۴۱ درصد نشان داده است.

**فراوانی دانه‌های کوچک**

نمونه‌های آفتابگردان مورد بررسی از نظر مقدار دانه‌های کوچک در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و نمونهٔ یوروفلور گلیداغ با میانگین ۵۹/۳ و هایسان۳۳ گلیداغ با میانگین ۲۶/۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین بودند (جدول۲). نمونهٔ یوروفلور گلیداغ با تمامی نمونه‌ها از نظر میزان دانه‌های کوچک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشت. این نمونه دارای بیشترین مقدار میانگین دانه‌های کوچک بود که نسبت به کمینهٔ آن (مربوط به نمونهٔ هایسان۳۳ گلیداغ) ۵۵/۶ درصد بیشتر بود (جدول۲). نتایج تحقیقات گوپتا و داس (Gupta & Das, 1997) میزان دانه‌های کوچک آفتابگردان را ۶/۳۲ درصد و تحقیقات نل (Nel, 2001) برای دو رقم مختلف آفتابگردان ۴۵ و ۵۶ درصد نشان داده است.

**جدول ۲- مقایسهٔ میانگین توزیع اندازه و میزان فراوانی فندقه‌ها تحت تأثیر نمونه**

| نمونه | فراوانی دانه‌ها (درصد) | | |
|---|---|---|---|
| | بزرگ | متوسط | کوچک |
| | | ۳/۷۵> ضخامت>۲/۷۵ میلی‌متر | ضخامت < ۲/۷۵ میلی‌متر |
| هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۳/۵۸۰ f ±۰/۴۴ | ۶۸/۸۷۷ a ±۲/۷۶ | ۲۷/۵۵۰ ef ±۴/۱۱ |
| یوروفلور گلیداغ | ۷/۵۸۰ e ±۰/۷۶ | ۳۳/۱۷۳ f ±۱/۴۴ | ۵۹/۲۵۳ a ±۲/۳۶ |
| هایسان ۳۳ گلیداغ | ۹/۴۵۷ d ±۰/۹۳ | ۶۴/۲۶۰ b ±۱/۹۸ | ۲۶/۲۸۰ f ±۱/۹۵ |
| یوروفلور کلاله | ۱۶/۱۷۰ c ±۰/۸۸ | ۵۲/۲۹۷ c ±۳/۶۶ | ۳۱/۵۳۷ d ±۲/۳۹ |
| هایسان ۳۳ کلاله | ۱۰/۳۱۲ d ±۰/۷۳ | ۴۶/۸۰۵ d ±۱/۸۹ | ۴۲/۸۲۶ c ±۳/۷۴ |
| پروگرس کالپوش | ۲۳/۴۸۳ b ±۱/۱۲ | ۲۸/۹۱۷ g ±۰/۸۸ | ۴۷/۵۸۷ b ±۲/۴۱ |
| یوروفلور کالپوش | ۲۴/۳۰۰ b ±۱/۳۸ | ۴۶/۳۲۳ d ±۳/۴۵ | ۲۹/۳۸۰ de ±۱/۶۲ |
| پروگرس کلاله | ۲۸/۴۸۷ a ±۱/۷۲ | ۴۲/۳۳۰ e ±۲/۲۱ | ۲۹/۱۷۳ de ±۲/۰۱ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

**ویژگی‌های روغن‌های آفتابگردان استخراج شده**

تجزیهٔ واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که تأثیر تمامی تیمارهای آزمایش یعنی نمونهٔ آفتابگردان (اثر رقم و مکان کشت)، اندازهٔ دانه و نوع دانه (کامل یا شکسته) و اثر متقابل آنها روی ویژگی‌های روغن استحصالی (ضریب شکست، جرم مخصوص، اسیدیته، و عدد پراکسید) در سطح احتمال ۱ درصد بسیار معنی‌دار است.

**ضریب شکست روغن**

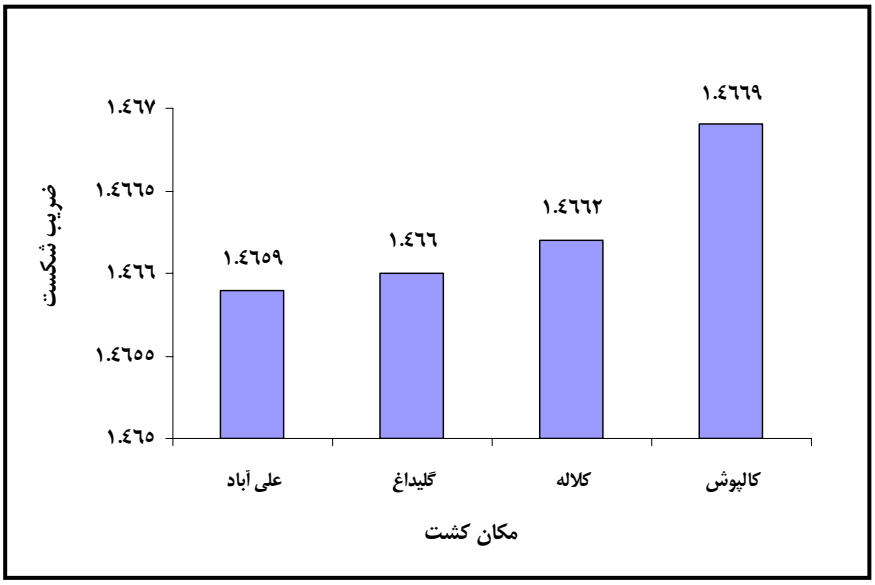
ضریب شکست روغن نمونهٔ پروگرس کالپوش با بیشترین میانگین ۱/۴۶۷۹ نسبت به روغن نمونهٔ هایسان ۳۳ گلیداغ با کمینهٔ میانگین ۱/۴۶۵۷ معادل ۰/۱۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). ارقام هایسان۳۳ در علی‌آباد و کلاله از نظر ضریب شکست روغن با هم در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی این دو با همین رقم در گلیداغ اختلاف معنی‌دار نشان دادند. بین

ضریب شکست روغن ارقام یوروفلور در کلاله و گلیداغ اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد ولی بین دو با همین رقم در کالپوش اختلاف معنی‌دار داشتند. رقم پروگرس کلاله نیز با همین رقم در کالپوش اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳).

**جدول ۳- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های روغن تحت تأثیر نمونهٔ دانه‌های آفتابگردان**

| نمونه | ضریب شکست (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) | جرم مخصوص | اسیدیته (درصد) | عدد پراکسید (میلی اکیوالان در کیلوگرم روغن) |
|---|---|---|---|---|
| هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۵۹ d ±۰/۱۴۲۱ | ۰/۹۱۰۶ e ±۰/۰۰۲۳ | ۲/۱۴۴ a ±۰/۱۴۲ | ۱/۹۳۲ b ±۰/۱۲۱ |
| یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۲ c ±۰/۰۹۷۷ | ۰/۹۰۴۴ g ±۰/۰۰۴۸ | ۰/۵۸۲ e ±۰/۰۹۹ | ۳/۲۶۴ a ±۰/۳۵۲ |
| هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۵۷ d ±۰/۸۸۶۶ | ۰/۹۰۸۷ f ±۰/۰۰۵۶ | ۰/۸۸۴ d ±۰/۱۱۲ | ۱/۴۲۹ d ±۰/۲۰۱ |
| یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۶۱ c ±۰/۲۳۲۴ | ۰/۹۴۳۴ c ±۰/۰۰۹۹ | ۱/۲۷۵ c ±۰/۳۵۴ | ۲/۰۶۸ b ±۰/۳۲۴ |
| هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۵۹ d ±۰/۳۳۵۸ | ۰/۹۱۲۸ cd ±۰/۰۱۰۲ | ۱/۵۶۲ b ±۰/۰۵۶ | ۱/۶۹۷ c ±۰/۰۹۸ |
| پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۷۹ a ±۰/۰۱۵۴ | ۰/۹۱۵۶ a ±۰/۰۰۳۲ | ۰/۵۶۶ e ±۰/۰۲۴ | ۱/۹۶۷ b ±۰/۱۰۴ |
| یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۶۰ d ±۰/۵۵۶۳ | ۰/۹۱۲۶ d ±۰/۰۰۸۱ | ۰/۹۱۹ d ±۰/۱۰۰ | ۱/۲۵۴ e ±۰/۲۵۵ |
| پروگرس کلاله | ۱/۴۶۶۷ b ±۰/۲۱۲۱ | ۰/۹۱۴۶ b ±۰/۰۰۱۹ | ۱/۶۲۹ b ±۰/۰۷۳ | ۱/۳۱۶ ed ±۰/۱۹۸ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.



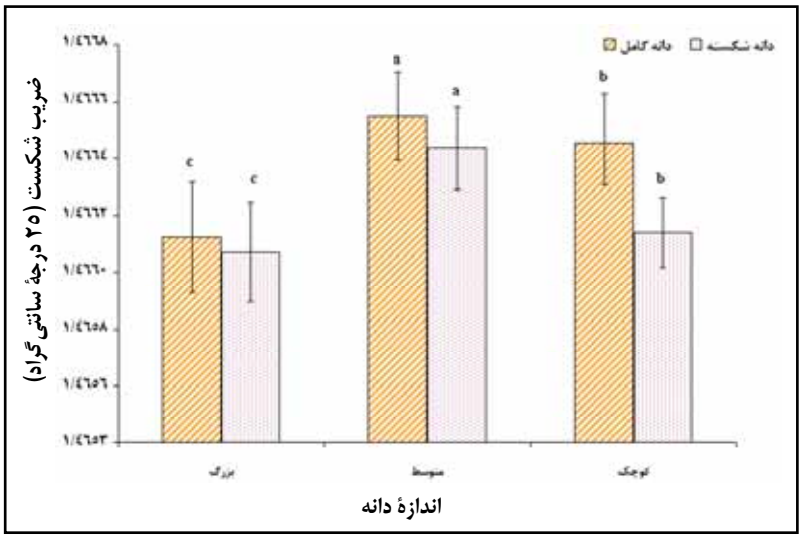

**شکل ۱- اثر مکان کشت آفتابگردان بر ضریب شکست روغن‌های استحصالی آزمایشی**

اندازهٔ بزرگ، متوسط، و کوچک دانه‌ها با هم از نظر ضریب شکست روغن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند و دانه‌های متوسط و بزرگ به ترتیب بیشترین و کمترین ضریب شکست روغن را داشتند (جدول ۴). ضریب شکست ویژگی هر نوع روغن است و میزان خلوص چربی را نشان می‌دهد و به ساختار روغن مربوط است. ضریب شکست با افزایش عدد پراکسید کاهش می‌یابد (Jalali, 2008).

**جدول ٤- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های روغن تحت تأثیر اندازهٔ دانه‌های آفتابگردان**

| اندازهٔ دانه | ضریب شکست (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) | جرم مخصوص | اسیدیته (درصد) | عدد پراکسید (میلی اکیوالان در کیلوگرم روغن) |
|---|---|---|---|---|
| بزرگ | ۱/۴۶۶۱ c ±۰/۲۳۲۴ | ۰/۹۱۲۶ a ±۰/۰۱۵۵ | ۱/۰۶۴ c ±۰/۰۸۸ | ۱/۸۶۹ ab ±۰/۳۶۶ |
| متوسط | ۱/۴۶۶۵ a ±۰/۳۳۷۱ | ۰/۹۱۱۸ b ±۰/۰۰۹۲ | ۱/۲۹۴ a ±۰/۰۹۸ | ۱/۹۴۱ a ±۰/۴۵۵ |
| کوچک | ۱/۴۶۶۳ b ±۰/۱۲۲۸ | ۰/۹۱۰۳ c ±۰/۱۴۵۳ | ۱/۲۲۷ b ±۰/۱۰۱ | ۱/۷۸۸ b ±۰/۵۸۱ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.




**شکل ۲- اثر متقابل نوع و اندازهٔ دانهٔ نمونه‌های آفتابگردان بر ضریب شکست روغن‌های استحصالی آزمایشی**

مغز کامل دانه‌ها با میانگین ۱/۴۶۶۴ دارای ضریب شکست روغن بیشتری نسبت به مغز شکستهٔ دانه‌هایی بودند که ضریب شکست روغنی با میانگین ۱/۴۶۶۲ داشتند. همچنین، مغز کامل و شکستهٔ دانه‌ها با هم از نظر ضریب شکست روغن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. ضریب شکست روغن تحت تأثیر نوع دانه از ۱/۴۶۶۲ برای نوع شکسته تا ۱/۴۶۶۴ برای نوع کامل متغیر بود (جدول ۵) زیرا اکسید شدن روغن به طور قابل توجهی ضریب شکست را افزایش می دهد و افزایش قابل توجه عدد اسیدی نیز باعث کاهش ضریب شکست می‌شود (Jalali, 2008) (جدول ۵).

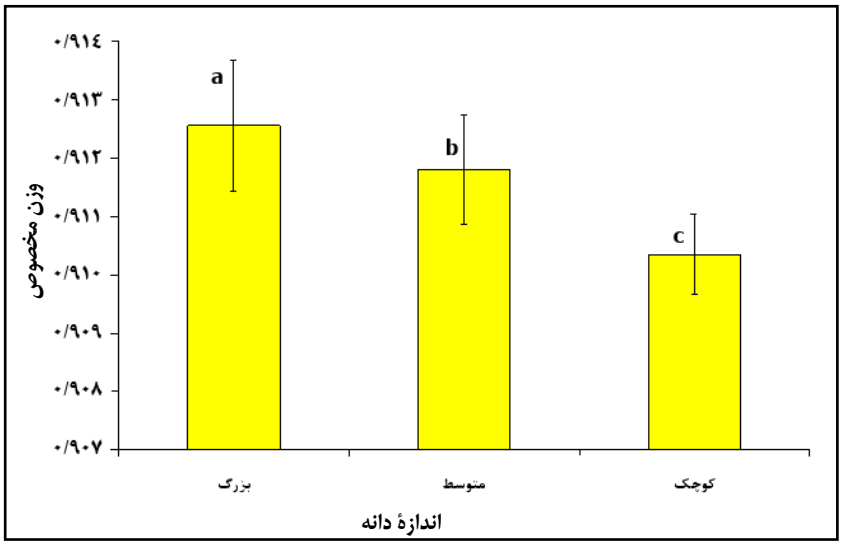
**جدول ۵- مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های روغن تحت تأثیر نوع دانه‌های آفتابگردان**

| نوع مغز | ضریب شکست (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) | جرم مخصوص | اسیدیته (درصد) | عدد پراکسید (میلی اکیوالان در کیلوگرم روغن) |
|---|---|---|---|---|
| مغز کامل | ۱/۴۶۶۴ a ±۰/۳۵۶۱ | ۰/۹۱۲۴ a ±۰/۰۱۱۱ | ۰/۹۱۴ b ±۰/۱۵۶ | ۱/۵۵۴ b ±۰/۴۵۲ |
| مغز شکسته | ۱/۴۶۶۲ b ±۰/۲۸۹۶ | ۰/۹۱۰۸ b ±۰/۰۱۵۲ | ۱/۴۷۶ a ±۰/۱۷۳ | ۱/۱۷۸ a ±۰/۳۱۱ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

**جرم مخصوص روغن**

جرم مخصوص روغن نمونهٔ پروگرس کالپوش با میانگین ۰/۹۱۵۶ بیشترین و نمونهٔ یوروفلور گلیداغ با میانگین ۰/۹۰۴۴ کمترین مقدار بود (جدول ۳). رقم هایسان۳۳ در تمامی مکان‌ها از نظر جرم مخصوص روغن با هم در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و نیز رقم یوروفلور نیز درهمه مکان‌ها با هم اختلاف معنی‌دار نشان دادند. رقم پروگرس کلاله نیز با همین رقم در کالپوش در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳). جرم مخصوص رقم پروگرس با میانگین ۰/۹۱۵۱ بیشترین و رقم یوروفلور با میانگین ۰/۹۱۰۱ کمترین مقدار بود. ارقام مختلف در مکان گلیداغ از نظر جرم مخصوص با هم از این نظر اختلاف معنی‌دار داشتند. در مکان کالپوش نیز ارقام مختلف با هم از این نظر در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند. در کلاله ارقام یوروفلور و هایسان۳۳ با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند و این دو با پروگرس کلاله نیز اختلاف معنی‌دار نداشتند. مکان‌های کالپوش و گلیداغ به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین جرم مخصوص را نشان دادند (شکل ۱). دانه‌های بزرگ دارای بیشترین جرم مخصوص روغن با میانگین ۰/۹۱۲۶و دانه‌های کوچک دارای کمترین جرم مخصوص روغن با میانگین ۰/۹۱۰۳ بودند و اندازهٔ بزرگ، متوسط، و کوچک دانه‌ها همگی با هم از نظر جرم مخصوص روغن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار نشان دادند (شکل ۳). مغزهای کامل دانه با میانگین ۰/۹۱۲۴ دارای جرم مخصوص روغن بیشتری داشتند تا مغزهای شکسته با میانگین جرم مخصوص ۰/۹۱۰۸ و مغزهای کامل و شکستهٔ از نظر جرم مخصوص روغن اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد کامل شدن پروسهٔ رسیدن فندقه که همراه با رشد حداکثری آن است به دلیل تشکیل اسیدهای چرب با درجهٔ غیر اشباعی بالا و طولانی‌تر شدن زنجیرهٔ کربنی، موجب می‌شود تا فندقه‌های بزرگ‌تر وزن مولکولی بیشتری به دست آورند (شکل۳) (Eugene & Gloria, 2002).




**شکل ۳- جرم مخصوص روغن تحت اثر اندازهٔ دانه**

**اسیدیته روغن**

بین اسیدیتهٔ روغن‌های به دست آمده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت و بزرگترین منبع تغییر آن نوع دانه بود. اسیدیتهٔ روغن نمونهٔ هایسان ۳۳ علی‌آباد با بیشینهٔ میانگین ۲/۱۴۴ نسبت به روغن نمونهٔ پروگرس کالپوش با کمینهٔ میانگین ۰/۵۶۶ معادل ۷۳/۶۰۰ درصد افزایش داشت (جدول ۳). رقم هایسان۳۳ در همهٔ مکان‌ها از نظر اسیدیتهٔ روغن اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشت. رقم یوروفلور نیز در همهٔ مکان‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داد. اسیدیتهٔ رقم پروگرس درکلاله نیز با اسیدیتهٔ همین رقم در کالپوش اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳). دانه‌های با اندازهٔ متوسط دارای بیشترین مقدار اسیدیتهٔ روغن با میانگین ۱/۲۹۴ و دانه‌های بزرگ دارای کمترین مقدار اسیدیته روغن با میانگین ۱/۰۶۴ بودند. بین اسیدیتهٔ روغن حاصل از دانه‌های بزرگ، متوسط، و کوچک اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۴). اسیدیتهٔ روغن مغز شکستهٔ دانه‌ها با میانگین ۱/۴۶۷ نسبت به مغز کامل دانه‌ها با میانگین ۰/۹۱۴ تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۵). دانه‌های شکسته به دلیل آسیب دیدن ساختار سلول‌های حاوی روغن آنها و قرار گرفتن در معرض اکسیژن (افزایش درجه اکسیداسیون) عدد اسیدی بالاتری را نشان دادند (Mirnezami, 2001) (جدول ۵).

**عدد پراکسید روغن**

نتایج آنالیز واریانس آزمایش نشان داد که بین عدد پراکسید روغن‌های به دست آمده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد و بزرگترین منبع تغییر آن نوع دانه است. روغن نمونهٔ یوروفلور گلیداغ با بالاترین عدد پراکسید نسبت به کمترین مقدار آن که مربوط به نمونهٔ یوروفلور کالپوش بود، ۶۱/۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). رقم هایسان۳۳ در همه مکان‌ها از نظر عدد پراکسید روغن اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. رقم یوروفلور نیز در تمامی مکان‌ها با هم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. رقم پروگرس در کلاله نیز با همین رقم در کالپوش اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشت. ارقام مختلف در مکان گلیداغ ار لحاظ عدد پراکسید روغن اختلاف معنی‌دار نشان دادند. در مکان کالپوش نیز ارقام مختلف با هم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. همچنین در کلاله نیز ارقام مختلف با هم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشتند. مکان‌های گلیداغ و علی‌آباد به ترتیب با میانگین ۲/۳۴۶ و ۱/۶۱۰ بیشترین و کمترین عدد پراکسید روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

روغن مغز کامل دانهٔ بزرگ آفتابگردان نمونهٔ هایسان ۳۳ گلیداغ و روغن مغز کامل و دانهٔ متوسط نمونهٔ پروگرس کالپوش به ترتیب کمینه و بیشینهٔ مقدار ضریب شکست را در ۴۰ درجهٔ سانتی‌گراد با میانگین ۱/۴۶۴۸ و ۱/۴۶۸۲ داشتند (جدول ۶). کمترین و بیشترین جرم مخصوص به ترتیب مربوط به روغن مغز شکسته و دانهٔ بزرگ آفتابگردان نمونهٔ یوروفلورگلیداغ با میانگین ۰/۸۹۳۷ و روغن مغز کامل دانهٔ بزرگ نمونهٔ پروگرس کالپوش با میانگین ۰/۹۲۰۰ بود (جدول ۶).

**جدول۶- ویژگی‌های کیفی روغن‌های آفتابگردان آزمایش**

| منابع تغییر | | | ضریب شکست (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) | جرم مخصوص | اسیدیته (درصد) | عدد پراکسید (میلی اکیوالان در کیلوگرم روغن) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اندازهٔ دانه | نوع مغز | نمونه | | | | |
| | | هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۵۲ | ۰/۹۱۵۰ | ۱/۳۳۴ | ۱/۹۲۳ |
| | | یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۳ | ۰/۸۹۶۳ | ۰/۳۸۱ | ۲/۳۶۴ |
| | | هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۴۸ | ۰/۹۱۳۷ | ۰/۹۵۱ | ۱/۵۴۸ |
| | | یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۹۱۷۳ | ۰/۷۵۹ | ۱/۶۳۰ |
| | مغز کامل | هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۵۹ | ۰/۹۱۴۰ | ۰/۹۲۰ | ۱/۴۸۴ |
| | | پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۸۰ | ۰/۹۲۰۰ | ۰/۵۱۹ | ۱/۶۱۹ |
| | | یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۹۱۴۳ | ۰/۵۹۱ | ۱/۱۷۳ |
| | | پروگرس کلاله | ۱/۴۶۶۸ | ۰/۹۱۸۳ | ۰/۶۹۲ | ۰/۵۶۵ |
| اندازهٔ بزرگ | | هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۵۰ | ۰/۹۱۶۳ | ۳/۰۴۱ | ۲/۰۹۳ |
| | | یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۸۹۳۷ | ۰/۷۱۴ | ۵/۱۴۷ |
| | | هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۹۰۳۳ | ۱/۱۳۰ | ۱/۸۴۸ |
| | | یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۵۶ | ۰/۹۱۶۷ | ۱/۲۶۸ | ۲/۳۵۰ |
| | مغز شکسته | هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۵۵ | ۰/۹۱۳۳ | ۱/۳۴۸ | ۱/۳۲۶ |
| | | پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۷۹ | ۰/۹۱۸۷ | ۰/۶۹۷ | ۲/۸۲۴ |
| | | یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۵۹ | ۰/۹۱۲۰ | ۰/۸۸۹ | ۱/۳۵۲ |
| | | پروگرس کلاله | ۱/۴۶۶۶ | ۰/۹۱۸۰ | ۱/۷۹۱ | ۰/۶۶۱ |
| | | هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۵۷ | ۰/۹۱۰۷ | ۱/۹۶۰ | ۲/۱۳۴ |
| | | یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۵ | ۰/۸۹۵۰ | ۰/۲۹۷ | ۲/۳۸۶ |
| | | هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۵۸ | ۰/۹۰۸۳ | ۰/۸۱۲ | ۰/۹۲۳ |
| | | یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۶۸ | ۰/۹۱۷۰ | ۱/۱۲۷ | ۲/۲۷۳ |
| | مغز کامل | هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۶۵ | ۰/۹۱۳۷ | ۲/۵۲۴ | ۱/۹۱۴ |
| | | پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۸۲ | ۰/۹۱۶۷ | ۰/۴۳۶ | ۲/۰۶۷ |
| | | یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۹۱۳۷ | ۰/۹۵۰ | ۱/۰۱۵ |
| | | پروگرس کلاله | ۱/۴۶۶۹ | ۰/۹۱۵۷ | ۰/۹۹۷ | ۰/۹۴۳ |
| اندازه متوسط | | هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۶۳ | ۰/۹۰۹۳ | ۲/۲۸۸ | ۲/۴۴۷ |
| | | یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۱ | ۰/۹۱۸۰ | ۰/۵۱۶ | ۳/۱۹۶ |
| | | هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۵۴ | ۰/۹۰۰۰ | ۰/۸۶۶ | ۱/۲۱۴ |
| | | یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۶۷ | ۰/۹۰۷۷ | ۱/۴۸۶ | ۲/۶۲۱ |
| | مغز شکسته | هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۶۲ | ۰/۹۱۷۷ | ۲/۸۵۴ | ۲/۶۳۷ |
| | | پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۷۹ | ۰/۹۱۷۷ | ۰/۶۳۰ | ۲/۴۷۰ |
| | | یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۶۱ | ۰/۹۱۵۰ | ۱/۰۱۲ | ۱/۵۲۱ |
| | | پروگرس کلاله | ۱/۴۶۶۷ | ۰/۹۱۳۰ | ۱/۹۴۴ | ۱/۲۹۲ |
| اندازه کوچک | | هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۶۷ | ۰/۹۰۹۰ | ۱/۲۰۰ | ۱/۳۳۱ |
| | | یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۴ | ۰/۹۰۸۳ | ۰/۵۰۳ | ۲/۵۶۹ |
| | | هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۶۲ | ۰/۹۱۱۳ | ۰/۶۰۷ | ۱/۴۰۱ |
| | | یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۵۲ | ۰/۹۱۵۷ | ۰/۷۸۶ | ۰/۷۷۴ |
| | مغز کامل | هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۵۵ | ۰/۹۰۶۳ | ۰/۸۰۷ | ۱/۱۶۳ |
| | | پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۸۰ | ۰/۹۱۸۰ | ۰/۵۱۸ | ۱/۰۳۰ |
| | | یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۶۴ | ۰/۹۱۳۷ | ۰/۸۹۰ | ۰/۸۶۸ |
| | | پروگرس کلاله | ۱/۴۶۷۲ | ۰/۹۱۵۰ | ۱/۳۸۰ | ۲/۲۰۰ |

ادامهٔ جدول۶- ویژگی‌های کیفی روغن‌های آفتابگردان آزمایش

| منابع تغییر | | | ضریب شکست (۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد) | جرم مخصوص | اسیدیته (درصد) | عدد پراکسید (میلی اکیوالان در کیلوگرم روغن) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| اندازهٔ دانه | نوع مغز | نمونه | | | | |
| اندازه کوچک | مغز شکسته | هایسان ۳۳ علی‌آباد | ۱/۴۶۶۴ | ۰/۹۰۳۳ | ۳/۰۴۳ | ۱/۶۶۶ |
| | | یوروفلور گلیداغ | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۹۱۵۰ | ۱/۰۷۸ | ۳/۹۲۳ |
| | | هایسان ۳۳ گلیداغ | ۱/۴۶۶۰ | ۰/۹۱۵۷ | ۰/۹۳۶ | ۱/۶۳۸ |
| | | یوروفلور کلاله | ۱/۴۶۶۶ | ۰/۹۰۶۰ | ۲/۲۲۶ | ۲/۷۶۳ |
| | | هایسان ۳۳ کلاله | ۱/۴۶۵۶ | ۰/۹۱۱۷ | ۰/۹۲۲ | ۱/۶۵۸ |
| | | پروگرس کالپوش | ۱/۴۶۷۳ | ۰/۹۰۲۷ | ۰/۵۹۵ | ۱/۷۹۱ |
| | | یوروفلور کالپوش | ۱/۴۶۵۳ | ۰/۹۰۶۷ | ۱/۱۸۰ | ۱/۵۹۵ |
| | | پروگرس کلاله | ۱/۴۶۵۸ | ۰/۹۰۷۳ | ۲/۹۶۸ | ۲/۲۳۷ |

## نتیجه‌گیری

نمونه‌های آفتابگردان مورد بررسی از نظر میزان فراوانی دانه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و بنابراین در منطقهٔ تحت پوشش استان گلستان استفاده از غربال‌هایی مناسب تشخیص داده شد که طول و عرض منافذشان به ترتیب ۱۴ تا ۱۶ و ۲/۷۵ تا ۳/۷۵ میلی‌متر باشد. تجزیهٔ واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر رقم و مکان کشت آفتابگردان روی ویژگی‌های روغن استحصالی (ضریب شکست، جرم مخصوص، اسیدیته و عدد پراکسید) در سطح احتمال ۱ درصد بسیار معنی‌دار است و بنابراین باید نسبت به درجه‌بندی روغن‌های خام استخراج شده بر اساس پارامترهای کیفی اقدام کرد. این امر می‌تواند راهنمایی برای واحدهای تصفیه کنندهٔ روغن خصوصاً در زمینهٔ هیدروژناسیون و تولید انواع روغن (سرخ کردنی، روغن سالاد، و روغن جامد) باشد.

## مراجع


**Anon. 1993. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society, The 5th Ed . Ba 6-84. The American Oil Chemist's Society Champaign.**

**Anon. 1997. ASAE Standards. America Society of Agricultural Engineers. St. Josephs MI, USA**

**Anon. 2005. Official Methods of Analyes. The 14th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA.**

**Anon. 2009. United States of Department Agriculture. Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis. International Production Assessment Division. Washington, DC, USA.**

**Denis, L., Dominguez, J. and Vera, F. 1994. Inheritance of 'hullability' in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Plant Breed. 113(1): 27–35.**

**Dutta, S. K., Nema, V. K. and Bhardwaj. R. K. 1988. Physical properties grains and seeds with air comparison pycnometer of gram. Trans. Agric. 39, 259 – 268.**

**Eugene, N. O. and Gloria, N. A. 2002. Chemical composition of selected Nigerian oil seeds and physicochemical properties of the oil extracts. Food Chem. 77, 431-437.**

**Gupta, R. K. and Das, S. K. 1997. Physical properties of sunflower seeds. J. Agric. Eng. Res. 66, 1 – 8.**

**Gupta, R. K., Arora, G. and Sharma, R. 2007. Aerodynamic properties of sunflower seed (*Helianthus annuus L.*). J. Food Eng. 79, 899–904.**

**Jalali, H. 2008. Oils and Fats from the viewpoint of Chemistry. Amidi Press. Tehran. Iran. (in Farsi)**

**Joshi, D. C., Das, S. K. and Mukherje, R. K. 1993. Physical properties of pumpkin seeds. J. Agric. Eng. Res. 54, 219 – 229.**

**Mirnezami, S. H. 2001. Oil Technology and Refining. Agricultural Science Press. Tehran. Iran. (in Farsi)**

**Nel, A. A. 2001. Determinations of sunflower seed quality for processing. Ph. D. Thesis. Department of Plant Production and Soil Science. University of Pretoria. Pretoria.**

**Nel, A. A., Loubser, H. L. and Hammes, P. S. 1999. Sunflower seed sifting for an increase in oil and protein recovery. African J. Plant and Soil. 16, 69-73.**

**Nel, A. A., Loubser, H. L. and Hammes, P. S. 2000. The effect of environment and cultivar on sunflower seed. I. Yield, hullability and physical characteristics. African J. Plant and Soil. 17, 133-137.**

**Perez, E. E., Crapiste, G. H. and Carelli, A. A. 2007. Some physical and morphological properties of wild sunflower seeds. Biosys. Eng. 96(1): 41–45.**

**Singh, N., Singh, R., Kaur, K. and Singh, H. 1999. Studies of the physico-chemical properties and polyphenoloxidas activity in seeds from hybrid sunflower (Helianthus annuus) varieties grown in India. Food Chem. 66, 241-247.**

AERI JAER *Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.11/No.1/2010/P: 103-116*

# Effect of Achenes Size on Quantitative and Qualitative Characteristics of Extracted Oil in Oily Sunflower Varieties

**A. R. Ghodsvali***

* Corresponding Author: Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 49165-363, Golestan, Iran. Email: qodsevali@yahoo.com

Size distribution and frequency of seeds in sunflower samples were investigated for three hybrid oily sunflower varieties (Hysun33, Progress and Euroflor) taken from four locations (Aliabad, Golidagh, Kalale and Kalpoosh in Golestan province). The samples were distributed into three groups (large, medium, small) using two screens 14-16 mm in length and 2.75 and 3.75 mm wide. The effects of seed size on the peroxide value, acidity, specific weight and refractive index was evaluated using a completely randomized experimental design with replications. A 8×3×2 factorial design (sunflower sample × seed size × kernel type) was adopted. Kalale Progress and Aliabad Hysun33 samples had the greatest and least number of large seeds, respectively ($p<0.05$). The Golidagh Euroflor and Golidagh Hysun33 samples had the greatest and least number of small seeds, respectively ($p<0.05$). Large, medium and small seeds showed significant differences ($p<0.05$) in their refractive indices; medium seeds had the highest value and large seeds the lowest value ($p<0.05$). Whole and broken kernels showed significant differences ($p<0.01$) in their specific weight. There were significant differences ($p<0.05$) in the peroxide value of extracted oils. The oil content of Golidagh Euroflor, with the greatest percentage, was 61.6% greater than that of Kalpoosh Euroflor, with the lowest. The results obtained and the effect of Achenes size on extracted oil quality showed that oils should be graded on the basis of their quality characteristics. This could be a guideline for oil refining operations, particularly hydrogenation and the production of oils for frying and salads.

**Key Words:** Oil Quality, Oil Quantity, Oily Sunflower, Seed Size