"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد ششم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۶
(ص ۳۷-۲۳)

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 6, No.: 1, Spring and Summer 2017
(pp: 23-37)
DOI: 10.22034/ijsst.2017.113285

شناسایی ساختار شیمیایی و بیوشیمیایی بذر گیاه دارویی بالنگو شیرازی (*Lallemantia royleana* (Benth.) Benth. in Wall) و بررسی تغییرات این صفات تحت شرایط پیری تسریع شده

محمدشاهین دانشمندی[1*]، رضا توکل افشاری[2] و رضا صدرآبادی حقیقی[3]

۱. گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، ایران
۲. استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۱- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۰)

چکیده

این پژوهش جهت شناسایی ساختارهای شیمیایی و بیوشیمیایی روغن بذر بالنگو شیرازی (*Lallemantia royleana*) و بررسی تغییرات این صفات تحت شرایط پیری تسریع شده با مدت زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت با رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد و دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بررسی شد. نتایج نشان داد بذر این گیاه دارویی دارای ۱۹/۲۶ درصد روغن است. پروفایل اسیدهای چرب روغن شامل ۹۰/۷۱ درصد اسیدهای چرب غیراشباع در مقابل ۹/۲۹ درصد اسیدهای چرب اشباع بود که اسید لینولنیک (C18:3)، اسید اولئیک (C18:1) و اسید پالمتیک (C16:0) به ترتیب مهمترین اسید چرب چند غیر اشباع، تک غیر اشباع و اسید چرب اشباع روغن بودند. آنتی اکسیدان‌های بذر بالنگو شیرازی شامل ۴۲۷/۸ پی‌پی‌ام توکوفرول و ۲۱۰ میلی‌گرم پلی‌فنل بود. شرایط پیری تسریع شده محتوای روغن بذر را تا ۱۵/۲ درصد کاهش داد همچنین بطور نسبی باعث افزایش اسیدهای چرب اشباع در مقابل اسیدهای چرب غیراشباع گردید. اوج اکسیداسیون و تولید پراکسید بین شاهد و تیمار پیری تسریع شده ۲۴ ساعت رخ داد. حداکثر مقاومت روغن (رنسیمت) در تیمار پیری تسریع شده ۷۲ ساعت تا ۱/۵ برابر کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد آزمون‌های جوانه‌زنی تحت تاثیر پیری تسریع شده به صورت خطی کاهش پیدا کرد. ارزش جوانه‌زنی در شاهد به ترتیب ۱/۶، ۲/۵ و ۴/۸ برابر بیشتر از سایر تیمارها بود. دستاوردهای این تحقیق نشان داد اکسیداتیو آنزیمی علاوه بر افزایش سرعت زوال، می‌تواند باعث تغییر ماهیت شیمیایی و بیوشیمیایی ترکیبات ذخیره‌ای بذر بالنگو شیرازی گردد.

کلمات کلیدی: ارزش جوانه‌زنی، اکسیداتیو آنزیمی، اسید چرب، توکوفرول، پراکسید، رنسیمت.

Identification of Chemical and Biochemical Characteristics of Balangu Seeds (*Lallemantia royleana* (Benth.) Benth. in Wall) under Accelerated Aging Conditions

M. Sh. Daneshmandi[1*], R. Tavakkol Afshari[2] and R. Sadrabadi Haghighi[3]

1. Lecturer, Faculty of Agricultural and Natural Rescores, University of Torbat Heydarieh, Iran
2. Professors, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
(Received: Oct. 02, 2016 – Accepted: Feb. 28, 2017)

Abstract

In this study the identification of chemical and biochemical characteristics of balangu seed oil (*Lallemanthia royleana*) and their parameters were investigated under accelerated aging conditions at 24 h, 48 h and 72 h at 41°C and 100% RH in a completely randomized design. The results showed that balangu seed oil content was 19.26%.Fatty acid profiles were 90.71% of unsaturated fatty acids (USFA) and 9.29% of saturated fatty acids (SFA), also the linolenic acid (C18:3), oleic acid (C18:1) and palmitic acid (C16:0) were important of PUSFA, MUSFA and SFA oil seeds, respectively.The antioxidants of oil seeds include 427.8 ppm tocopherols and 210 ml.l^{-1} of polyphenols. The results showed that 15.2% reduction in oil seed under accelerated aging treatment, also this treatments was the cause of increase of SFA compared to USFA. The oxidation and peroxide production peak was between control and 24 h of accelerated aging treatment. Oil resistance (rancimat) in the 72 h of aging treatment was 1.5 times less than to the control. The germination value (GV) was 1.6, 2.5 and 4.5 higher than the accelerated aging treatments, respectively. In general, it is likely that the changes of chemical and biochemical characteristics of seed oil is happened by oxidative enzymes and this condition is quicker in deteriorated balangu seeds.

Key word: Fatty Acids, Germination Value, Oxidative Enzymes, Peroxide Value, Rancimat, Tocopherols

*Corresponding author Email: sh-daneshmandi@hotmail.com

مقدمه

گیاه دارویی بالنگو شیرازی با نام علمی *Lallemantia royleana* (Benth.) Benth. in Wall بومی ایران، آسیای مرکزی، قفقاز و ترکیه می‌باشد. تحقیقات باستان شناسی و کشف خمره‌های آکنده از دانه‌های جنس *Lallemantia* در مناطق تاریخی شمال یونان[1] نشانه از پیشینه و اهمیت این گیاه دارویی است. احتمالاً خصوصیات مهم دارویی بالنگو سبب انتقال آن از سرزمین‌های شرقی به اروپا شده است (Rivera Nunez and Castro, 1992; Jones and Valamoti, 2005). در ایران رویشگاه‌های طبیعی این گیاه ارزشمند و کمتر شناخته شده در مناطق نیمه خشک و سرد و بخصوص ارتفاعات و دشت‌های خراسان بزرگ گزارش شده است (Koocheki *et al*, 2004). تمام اندام رویشی آن خوراکی بوده ولی مهمترین بخش آن بذرهایی است که علاوه بر موسیلاژ فراوان حاوی مقادیر روغن و مواد آنتی‌اکسیدان نیز می‌باشد.

محتوای لیپیدی بذر در چرخه متابولیسمی جوانه‌زنی بسیار موثر است. در فرآیند تندش تجزیه چربی‌ها طبیعی است ولی در شرایط عادی وجود اسیدهای چرب آزاد نشانه زوال بذر است، لذا تا قبل از مرحله پیش جوانه‌زنی[2] ساختار اسیدهای چرب تغییری نمی‌کند. بجز متابولیسم جوانه‌زنی، شرایط نامساعد محیطی و نحوه نگهداری بذر (افزایش اکسیژن، رطوبت، دمای محیط و نور)، صدمات مکانیکی و محتوای رطوبت بذر نیز می‌تواند منجر به پراکسیداسیون لیپیدی بذر و تولید رادیکال‌های آزاد گردد (Benech-Arnold and Sanchez, 2004). اکسیداسیون لیپیدها در دانه‌ها و در مواد غذایی از مهمترین عوامل تخریب و فساد ترکیبات غذایی و تولید ترکیبات سمی است (Tahami *et al*, 2013). اکسیداسیون فرآیند پیچیده‌ای است که به چهار گروه β اکسیداسیون، فتواکسیداسیون[3]، اکسیداسیون خود به خودی[4] و اکسیداسیون آنزیمی تقسیم بندی می‌شود. β اکسیداسیون غالباً اسیدهای چرب اشباع ۴ الی ۱۲ کربنه را درگیر می‌کند و به ندرت در دانه‌ها اتفاق می‌افتد. چنانچه دانه‌ها در معرض تشعشع نور خورشید یا نور مصنوعی قرار داشته باشد فتواکسیداسیون رخ خواهد داد، اکسیداسیون خود به خودی نیز غالباً در اثر گذشت زمان و یا شرایط نامطلوب باعث اکسایش اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر اسیداولئیک (C18:1) و اسیدلینولئیک (C18:2) می‌شود و در نهایت اکسیداسیون آنزیمی که توسط آنزیم لیپوکسیژناز[5] باعث فساد روغن و فعالیت رادیکال‌های آزاد در بذرها می‌شود (Daneshmandi, 2014).

از نشانه‌های بارز زوال بذر، تاخیر جوانه‌زنی، کاهش رشد و نمو گیاهچه و یا تولید گیاهچه غیرنرمال و حساسیت به تنش‌های محیطی است (Copeland and McDonald, 2001). دانه‌ها راهکارهای بیولوژیکی برای کاهش سرعت اکسیداسیون و غلبه بر ترکیبات ناپایدار دارند، این ترکیبات سرعت اکسیداسیون را کاهش داده و باکنترل سوبسترای اکسیداسیون و غیرفعال نمودن رادیکال‌های آزاد نقش محافظتی خود را ایفا می‌کنند (Tahami *et al*, 2013). اسید اسکوربیک[6] (ویتامین C)، پلی‌فنل‌ها[7]، توکوفرول[8] (ویتامین E)، اسیدفرولیک[9] و اسیدروزماریک[10] (در رزماری)، کوئرستین[11] (در روغن چای)، گوسیپول[12] (در پنبه دانه) و یوبی کینون[13] یا کوآنزیم Q10 (در روغن ذرت) از جمله آنتی اکسیدانت‌های مهم در دانه‌ها به شمار می‌روند

1.Mandalo, Archondiko and Assiros
2. Per Germination
3. Photo Oxidation
4. Autoxidation
5. Lipoxygenase
6. Ascorbic Acid
7. Poly Phenols
8. Tocopherols
9. Ferulic Acid
10. Rosmarinic Acid
11. Quercetin
12. Gossypol
13. Ubiquinone

(Daneshmandi, 2013, Mousavi Nik *et al*, 2015).

تاکنون ویژگی‌های شیمیایی و بیوشیمیایی بذر این گیاه دارویی پر ارزش کمتر مورد توجه قرار گرفته است لذا این آزمایش جهت شناسایی این خصوصیات و بررسی تغییرات آن تحت شرایط پیری تسریع شده انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تربت حیدریه در بهار ۱۳۹۲ انجام شد. بذرهای بالنگو شیرازی از رویشگاه‌های طبیعی آن واقع در دشت‌های توابع شهرستان کلات نادری در حد فاصل ۱۵۰ کیلومتری شهر مشهد جمع‌آوری گردید. سپس بذرها و گیاه مادری با نمونه هرباریومی دانشگاه تطبیق و اصالت توده کلات جنس *Lallemantia royleana* تأیید شد. شناسایی خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی روغن و بررسی تغییرات آن تحت شرایط پیری (شبیه سازی دوره انبارمانی بذر) در چهار تیمار و سه تکرار در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارها شامل بذرهای تازه (شاهد) و سه تیمار پیری تسریع شده در دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد با مدت زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بود (ISTA, 2009). جهت اعمال شرایط پیری تسریع شده از ظروف پلاستیکی با یک شبکه توری استفاده گردید که دورن ظرف ۲۰۰ میلی‌لیترآب مقطر و بر روی شبکه توری نیز بذرها قرار داده شد. سپس ظروف به انکوباتور منتقل تا دما و زمان مورد نظر تامین گردد. میزان رطوبت و حرارت انکوباتور به صورت مرتب کنترل گردید. پس از آن صفات شیمیایی و بیوشیمیایی روغن بذر و فرآیند جوانه‌زنی آن به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت:

استخراج روغن (روش سرد)

بدین منظور ۱۰۰ گرم بذر خالص آسیاب و ابتدا یکساعت با ۳۰۰ میلی‌لیتر متانول و سپس با افزودن ۳۰۰ میلی‌لیتر هگزان نرمال به مدت ۱۶ ساعت بر روی شیکر انکوباتور قرار گرفت تا تمام چربی بذر به فاز حلال منتقل شود (دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد). پس از این مدت محلول حاصل ابتدا از پارچه تنظیف و سپس از دو لایه کاغذ صافی عبور داده شد و به قیف دکانتور منتقل گردید. در ادامه فاز متانولی از دکانتور خارج شد و هگزان نیز از روی کاغذ صافی حاوی سولفات سدیم آنهیدروس (فاقد آب) عبور داده و در نهایت حذف حلال توسط دستگاه تبخیرگردان[1](در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد) انجام پذیرفت (Daneshmandi, 2014).

پروفایل اسیدهای چرب

ترکیبات اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع توسط سیستم گرماتوگرافی گازی(GC)[2] مدل Yamuglin- 6000. Korae با ستون 120m x 0.25µm نوع bpx 70 مشخص گردید. از هلیم به عنوان گاز حامل دستگاه استفاده شد. دمای ستون GC ۶۰ درجه سانتیگراد و دمای شتاب ۱۹۸ درجه سانتیگراد در مدت زمان ۵۴ دقیقه بود. سرعت جریان ۵۰ میلی‌لیتر بر دقیقه و میزان تزریق روغن توسط سرنگ هامیلتون (انژکتور) در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Farhoosh el al, 2008).

میزان توکوفرول کل[3] (TT)

برای تشخیص توکوفرول به کمک سیستم کرماتوگرافی مایع با کارایی بالا[4] (HPLC) و بر اساس پروتکل AOCS[5] (Ce 8-80) آزمون گردید. دستگاه HPLC مدل Yomuglin دارای یک دتکتور UV – Visible با طول موج ۲۵۰ نانومتر و یک ستون(5µm×4.6 mm×250mm) بود. تمام حلال‌ها از نوع استاندارد HPLC بودند و از استونیترل، استون و آب (۴۷/۵ : ۴۷/۵ : ۵) به عنوان فاز متحرک استفاده شد.

1. Rotary Evaporator
2. Gas Chromatography
3. Total Tocopherols Content
4. High Performance Liquid Chromatography
5. American Oil Chemists Society

سیستم به صورت ایزوکراتیک با سرعت جریان یک میلی‌متر بر دقیقه و جداسازی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و میزان تزریق ۲۰ میکرولیت بود.

مقدارپلی فنل کل[1] (TP)

پلی‌فنل کل بر اساس روش کاپانسی و همکاران (Capannesi *et al*, 2000) تعیین شد. بر این اساس ۲/۵ میلی‌لیتر روغن بذر با ۲/۵ میلی‌لیتر هگزان نرمال ترکیب و به مدت یک دقیقه ورتکس شد، سپس با ۲/۵ میلی‌لیتر محلول آبی، الکلی (۲۰ درصد متانول+۸۰ درصد آب) مخلوط و به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید (۵۰۰۰ دور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد). فاز هیدرومتانولیک با ۲/۵ میلی‌لیتر واکنشگر فولین سیکالتو[2] و ۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد مخلوط و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. جذب محلول حاصل پس از ۲۴ ساعت در طول موج ۷۶۵ نانومتر مشخص شد و با منحنی استاندار گالیک اسید متانولی (با گام‌های ۰/۰۴ تا ۰/۴ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) مقایسه گردید.

اسیدچرب آزاد[3] (AV) و عدد یدی[4] (IV)

تعیین اسیدهای چرب آزاد (اسیدیته) به روش AOAC (Ca 5a-40) از طریق تیتراسیون روغن در دی‌اتیل‌اتر و اتانول و معرف فنول فتالئین با محلول هیدرواکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال استفاده شد و عدد یدی (تعیین کننده درجه اشباع و اکسایش پذیری روغن) نیز بر اساس درصد اسیدهای چرب غیر اشباع مشخص شد (Firestone, 1997).

عدد پراکسید[5] (PV)

اندیس پراکسید بر اساس پرُتکل AOCS تحت شماره cd 8-53 آزمون گردید. بر این اساس مقدار ید موجود در یدید پتاسیم که در محلول اسید استیک گلاسیال وکلروفرم آزاد می‌شود در حضور واکنشگر نشاسته و به وسیله تیتراسیون با تیوسولفات سدیم اندازه‌گیری شد. عدد پراکسید برحسب میلی اکی‌والان پراکسید در یک کیلوگرم روغن گزارش می‌شود (Firestone, 1997).

اندیس آنیزیدین[6] (AV)

برای تشخیص عدد آنیزیدین از استاندارد AOCS (cd 18-90) استفاده شد. بر این اساس مقدار pآنیزیدین موجود در روغن در حضور اسیداستیک واکنش داده شد. سپس شدت رنگ در طیف ۳۵۰ نانومتر بررسی گردید (Firestone, 1997).

آزمون رنسیمت[7] (OSI)

برای تعیین شاخص پایداری روغن از آزمون شماره ۳۷۳۴ سازمان استاندارد ایران استفاده شد (با رعایت پروتکل cd 12b-92). بدین جهت نمونه روغن در معرض دمای بالا (۱۳۰ °C–۱۱۰) و جریان مداوم هوای خشک و تمیز با سرعت متوسط ۱۵ کیلومتر بر ساعت قرار گرفت. هوای حاوی مواد فرار به مخزن اندازه‌گیری هدایت الکتریکی هدایت شد و شاخص پایداری در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید (Farhoosh., 2007; Firestone, 1997).

تعیین درصد جوانه‌زنی[8] (GP)

بدین منظور از پتری دیش استریل یکبار مصرف ۹۰ میلی‌متری با یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره یک به عنوان واحد آزمایش استفاده شد، سپس به هر واحد آزمایشی ۵۰ عدد بذر سالم و گندزدایی شده منتقل گردید.آزمایش در ژرمیناتور دیجیتال با دقت ۰/۳ ± درجه سانتی‌گراد و در دمای کاردینال بالنگو شیرازی (۲۲ درجه سانتی‌گراد) با شرایط روشنایی/ تاریکی (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) انجام شد

1. Total Phenolics Content
2. Folin–Ciocalteu Reagent (FCR)
3. Acid Value
4. Iodine Value
5. Peroxide Value
6. Anisidine Value
7. Oil/Oxidative Stability Index(OSI)
8.Germination Percentage

(Daneshmandi, 2013). بررسی صفات جوانه‌زنی بذرها روزانه در سه نوبت ۸ ساعته بررسی گردید. آزمون تا زمانی ادامه پیدا کرد که سه روز متوالی در هیچ تیماری جوانه‌زنی رخ نداد (Hampton and Tekroy, 1995). در انتها درصد جوانه‌زنی به روش زیر مشخص شد:

$$GP = \frac{\sum n_i}{N} \times 100$$

که n_i تعدادبذرهای جوانه زده و N تعداد کل بذرهای هر تیمار بود (Ellis & Roberts, 1981).

سرعت جوانه‌زنی[1] (GR)

سرعت جوانه‌زنی توسط برنامه جرمین[2] محاسبه شد. این برنامه مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد که از طریق درون‌یابی[3] منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌شود. سرعت جوانه‌زنی در این برنامه از طریق معکوس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی ($1/D_{50}$) محاسبه شد (Soltani & Maddah, 2010).

ارزش جوانه‌زنی[4] (GV)

برای تعیین ارزش جوانه‌زنی از فرمول ذیل استفاده گردید:

$$GV = \frac{GP \times GR}{STE \times 100}$$

که GP درصد جوانه‌زنی، GR سرعت جوانه‌زنی و STE[5] مدت زمان طی شده از هنگام آبنوشی بذر تا ظهور برگ‌های اولیه بر حسب ساعت می‌باشد. معیار رشد ریشه‌چه ۲ میلی‌متر و برای ساقه‌چه تکامل برگ‌های اولیه است (Daneshmandi, 2013).

1. Germination Rate
2. Germin
3. Interpolation
4. Germination Value
5. Shoot Time Emergence

آنالیز آماری

در ابتدا برای صفاتی که بصورت درصد بیان شده بود تبدیل زاویه ای $ArcSin\sqrt{x}$ انجام شد، سپس تجزیه واریانس توسط نرم افزار SPSS-16 و میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت. جهت رسم شکل‌ها نیز از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد بجز اسیدیته (AV) و اسیدهای چرب میرستیک اسید (C14:0)، میرستولئیک اسید (C14:1) و بتولینیک اسید (C15:1) سایر صفات در سطح حداکثر ممکن معنی‌دار بودند، همچنین پنتادکانوئیک اسید (C15:0) در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). روغن بذر بالنگو شیرازی بطور میانگین ۱۹/۲۶ درصد از کل جرم بذر را تشکیل داد (جدول ۲). غالباً بذرهای موسیلاژی حاوی روغن می‌باشند که در این خصوص می‌توان به بذر چیا (*Salvia hispanica*) ۲۱ درصد (Sargi *et al*, 2013)، کتان (*Linum usitatissimum*) بین ۲۶ تا ۲۷ درصد (Przybylski, 2005)، بالنگو سیاه (*Lallemantia iberica*) بین ۳۰ تا ۳۵ درصد (Zlatanov *et al*, 2012) و ریحان (*Ocimum basilicum*) بین ۳۵ تا ۵۵ درصد (Bakhshi Khaniki, 2010) اشاره کرد.همچنین میزان روغن برخی گیاهان روغنی مانند زیتون ۱۳/۳ تا ۲۴/۳ درصد(Alavi-Rafiee *et al*, 2012)، سویا و پنبه دانه ۱۸ تا ۲۰ درصد (Gunstone, 2002)، ارقام گلرنگ ۲۲ تا ۳۲ درصد (Ahmadzadeh*et al*, 2009) و کلزا ۳۲/۲ تا ۴۷/۷۵ درصد(Kadivar, 2010) گزارش شده است.

نتایج نشان داد پیری تسریع شده مقدار روغن در تیمار ۷۲ ساعت به ۱۵/۹۷ درصد کاهش داد. میزان روغن در سه تیمار ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پیری تسریع شده نسبت به شاهد به ترتیب ۱۵/۸۸، ۲۰/۷ و ۲۲/۱ درصد کاهش یافت (شکل ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مجموع مربعات(SS) اثر زوال بذر بر خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی بذر بالنگو شیرازی

Table 1- Analysis of variance (SS) of chemical and biochemical characteristics of balangu seeds

منابع تغییرات S.O.V	df	میرستیک C14:0	میرسئولئیک C14:1	پنتادکانوئیک C15:0	بتولینیک C15:1	پالمتیک C16:0	پالمیتولئیک C16:1	مارگاریک C17:0	مارگارولیئک C17:1
تیمار .Treat	3	0/001	0/00	0.002*	0.001	5.851**	0.202**	0.099*	0.028**
اشتباهError	8	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
کلTotal	11	0.002	0.001	0.003	0.002	5.852	0.203	0.100	0.029

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال حداکثر و سطح یک درصد

**and * is High significant and 1% probability levels respectively

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مجموع مربعات(SS) اثر زوال بذر بر خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی بذر بالنگو شیرازی

Table 1- Analysis of variance (SS) of chemical and biochemical characteristics of balangu seeds

منابع تغییرات S.O.V	df	استارئیک C18:0	اولئیک C18:1	لینولئیک C18:2	لینولنیک(γ) C18:3γ	لینولئیک(α) C18:3α	ایکوسدینوئیک C20:2	تریکوسیلیک C22:0
تیمار .Treat	3	0.352**	2.919**	0.069**	0.606**	8.271**	1.488**	0.119**
اشتباهError	8	0.001	0.001	0/001	0.001	0.001	0.001	0.010
کلTotal	11	0.353	2.920	0.070	0.607	8.272	1.489	0.129

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال حداکثر و سطح یک درصد

**and * is High significant and 1% probability levels respectively

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مجموع مربعات (SS) اثر زوال بذر بر خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی بذر بالنگو شیرازی

Table 1- Analysis of variance (SS) of chemical and biochemical characteristics of balangu seeds

منابع تغییرات S.O.V	df	اروئیک C22:1	لیگنوسرئیک C24:0	نرونیک C24:1	SFA(1)	MUFA	PUFA	USF/SFA	PUFA/MUFA
تیمار .Treat	3	0.013*	0.003*	0.003*	5.693**	0.826**	23.366**	5.993**	0.343*
اشتباهError	8	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
کلTotal	11	0.014	0.004	0.004	5.694	0.827	23.367	5.994	0.344

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال حداکثر و سطح یک درصد

(۱) اسیدهای چرب اشباع(SFA)، تک غیراشباع(MUFA)، چند غیراشباع(PUFA)، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع(UFA/SUF)، نسبت اسیدهای چند غیراشباع به تک اشباع (PUFA/MUFA)

**and * is High significant and 1% probability levels respectively

(1) SFA: Saturated Fatty Acid, MUFA: Monounsaturated Fatty Acid, PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid

ادامه جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس و مجموع مربعات(SS) اثر زوال بذر بر خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی بذر بالنگو شیرازی

Table 1- Analysis of variance (SS) of chemical and biochemical characteristics of balangu seeds

منابع تغییرات S.O.V	df	روغن Oil	توکوفرول Tocopherols	پلی فنل Polyphenols	آنیزیدین Anisidine	پراکسید Peroxide	رنسیمت Rancimat	اسیدیته Acidity
تیمار .Treat	3	28.710**	906.23**	37.439**	1.106**	68.043**	1.199**	0.001
اشتباهError	8	0.020	0.332	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
کلTotal	11	28.731	906.562	37.440	1.107	68.045	1.200	0.002

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال حداکثر و سطح یک درصد

**and * is High significant and 1% probability levels respectively

جدول ۲- خصوصیات بیوشیمیایی روغن بذر بالنگو شیرازی

Table 2. The oil biochemical characteristics of balangu seeds

نوع ترکیب Compound	واحد Unit	شاهد Control	۲۴ ساعت 24 h	۴۸ ساعت 48 h	۷۲ ساعت 72 h
درصد روغن Oil Content	درصد ٪	19.26a	16.20b	15.20c	15.00c
توکوفرول کل Tocopherols	پی‌پی‌ام ppm	427.80a	410.14b	409.80b	405.12c
پلی‌فنل کل Polyphenols	میلی‌لیتر در یک لیتر روغن $ml.l^{-1}$ Oil	210b	213.7a	210.14b	209.06b
اسیدیته Acid Value	درصد ٪	0.32a	0.32a	0.310a	0.30a
عدد پراکسید Peroxide Value	اکی والان گرم در یک لیتر روغن $Meq.kg^{-1}$ Oil	5.780d	10.12c	12.59b	15.00a
اندیس آنیزیدین Anisidine value	--	5.70c	6.00b	6.22a	6.59a
رنسیمت Rancimat	ساعت h	1.50a	1.20b	1.00c	0.63d

- در هرسطر بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

- In each row means followed by similar letters are not significantly different (p>0/05) using duncan test

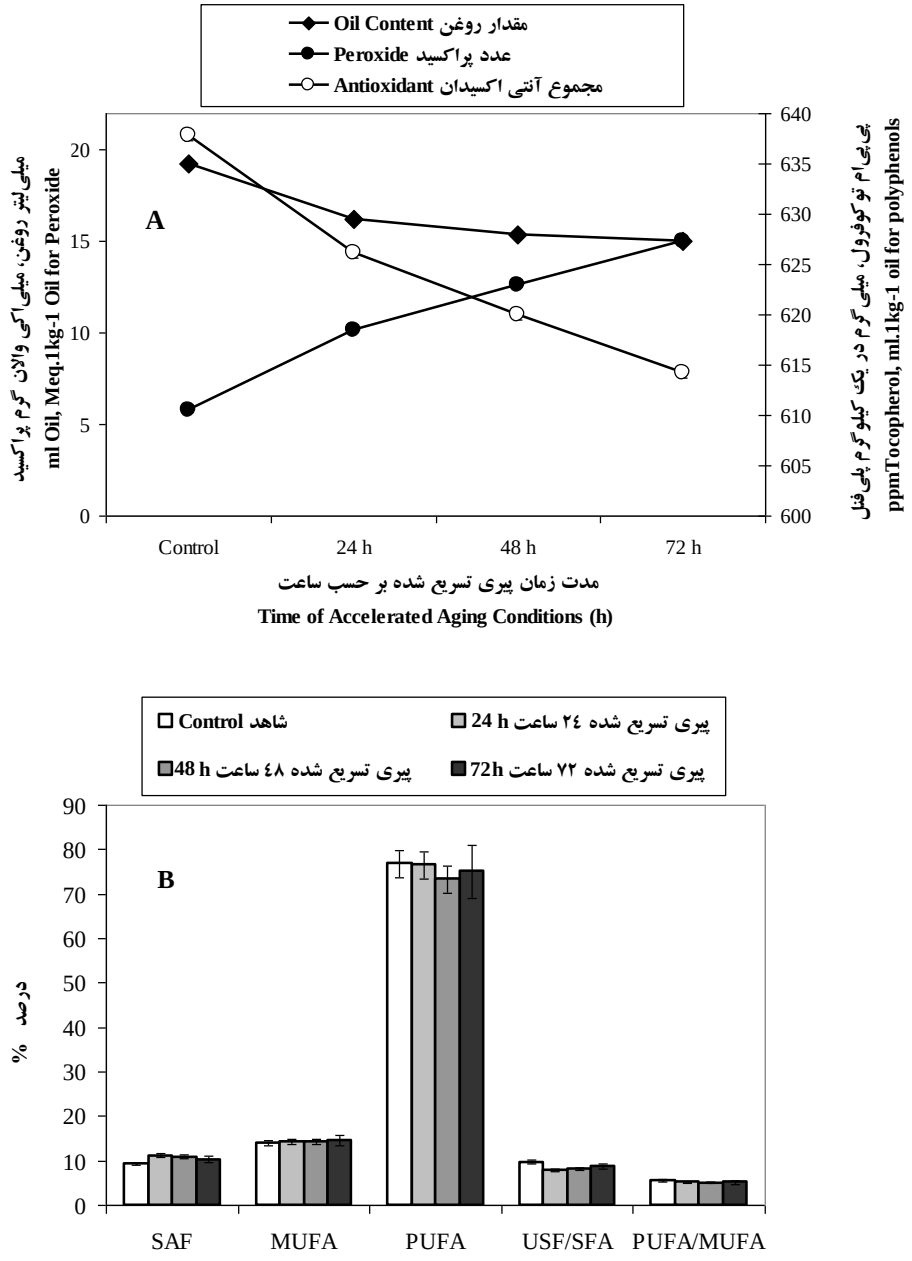
استنباط می‌شود شرایط پیری تسریع شده با تغییر حالت الاستیکی و ارتجاعی غشاء سلولی و از هم گسیختگی آن باعث نشت محتویات (از جمله روغن) به خارج از اندامک‌های ذخیره‌ای سلولی می‌گردد. روغن نشت شده در فضای بین سلولی در معرض تماس با اکسیژن و آنزیم‌های اکسایشی (لیپواکسیژناز) قرار گرفته و اکسیداسیون روغن وانتشار رادیکال‌های آزاد را تسریع می‌کند. این فرایند شیمیایی می‌تواند فعالیت جنین در طی فرآیند جوانه‌زنی را تحت الشعاع قرار می‌دهد.

پروفایل اسیدهای چرب

اسیدهای چرب بذر بالنگو شیرازی شامل ۹/۲۹ درصد اسیدچرب اشباع شده[1](SFA)، ۱۳/۹۴ درصد اسیدچرب تک غیر اشباع[2](MUFA) و ۷۶/۷۷ درصد اسیدچرب چند غیراشباع[3](PUFA) بود که نسبت USFA/SAF برابر ۹/۷۱ شد. آنالیز روغن مشخص کرد مهمترین جزء اسیدهای چرب اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباع موجود در بذر بالنگو شیرازی به ترتیب پالمیتیک اسید (۶/۷۲ درصد)، اولئیک اسید (۱۲/۶۳ درصد) و مجموع آلفا و گاما لینولنیک اسید (۶۶/۱۷ درصد) بود (جدول۳).

پالمیتیک اسید (C16:0) اسید چرب غالب گیاهان و دانه‌ها است (Farhoosh *et al*, 2008). اولئیک اسید (C18:1) به عنوان شاخص‌ترین اسیدچرب تک غیر اشباع بذرها در فرآیند جوانه‌زنی شناخته می‌شود (Copelan and McDonald, 2001). این اسید چرب اگر چه باعث افزایش کیفیت غذایی شده ولی سرعت واکنش‌های خوداکسایشی را افزایش می‌دهد. لینولنیک (C18:3) اسیدچرب غالب بذر بالنگو شیرازی بود که بیش از ۶۷/۱۷ درصد کل اسیدچرب را تشکیل می‌داد. از این میزان ۶۵/۲۳ درصد در گروه آلفا (C18:3α) و ۰/۹۴ درصد در گروه گاما (C18:3γ) بود (جدول۳).

1. Saturated Fatty Acids (SFA)
2. Mono Unsaturated Fatty Acids(MUFA)
3. Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA)



شکل ۱- مقایسه مقدار و تغییرات روغن، موجودی آنتی اکسیدانت‌ها (مجموع توکوفرول و پلی‌فنل) و پراکسید بذر بالنگو شیرازی تحت تاثیر مدت زمان پیری تسریع شده (A). اجزاء تشکیل دهنده اسیدهای چرب روغن بذر بالنگو شیرازی و تاثیر شرایط پیری تسریع شده بر آنها (B).
{اسیدهای چرب اشباع (SFA)، تک غیراشباع (MUFA)، چند غیراشباع (PUFA)، نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع (UFA/SUF)، نسبت اسیدهای چند غیراشباع به تک اشباع (PUFA/MUFA)}

Figure 1. The changes of seed oil amount, antioxidants (total tocopherols and polyphenols) and peroxide value of balangu seed under accelerated aging conditions (A), The changes of fatty acid profile under accelerated aging conditions (B)
{SFA: Saturated Fatty Acid, MUFA: Monounsaturated Fatty Acid, PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid}

جدول ۳- پروفایل اسیدهای چرب بذر بالنگو شیرازی

Tabel 3. Fatty acids profile of balanguseeds

	ترکیب اسید چرب Fatty Acid Profile	شماره علمی C:D	شاهد Control	۲۴ساعت 24 h	۴۸ساعت 48 h	۷۲ساعت 72 h
1	میرستیک اسید Myristic acid	C 14:0	0.05a	0.06a	0.07a	0.07a
2	میرستولئیک اسید Myristoleic acid	C 14:1	0.04a	0.05a	0.05a	0.04a
3	پنتادکانوئیک اسید Pentadecanoic acid	C 15:0	0.02b	0.05a	0.03b	0.02b
4	بتولینیک اسید betulinic acid	C 15:1	0.02a	0.04a	0.03a	0.02a
5	پالمیتیک اسید Palmitic acid	C 16:0	6.72d	8.62a	7.99b	7.46c
6	پالمیتولئیک اسید Palmitoleic acid	C 16:1	0.89a	0.53d	0.7b	0.65c
7	مارگاریک اسیدmargaric acid	C 17:0	0.29a	0.09a	0.09a	0.22a
8	مارگارولئیک اسید margarleic acid	C 17:1	0.24a	0.12c	0.12c	0.15b
9	استارئیک اسید Stearic acid	C 18:0	2.06c	2.51d	2.43b	2.37c
10	اولئیک اسید Oleic acid	C 18:1	12.63c	12.42d	13.3b	13.64a
11	لینولئیک اسید Linoleic acid	C 18:2	9.54c	9.58b	9.57b	9.74a
12	لینولنیک اسید (Gamma)γ-Linolenic acid	C 18:3γ	0.94a	0.39d	0.41c	0.48b
13	لینولنیک اسید (Alpha) α-Linolenic acid	C 18:3α	65.23a	63.46d	63.22c	64.65b
14	ایکوسدینوئیک اسیدEicosadienoic acid	C 20:2	1.06a	0.95b	0.6c	0.16d
15	تریکوسیلیک اسید Docosanoic acid	C 22:0	0.13c	0.32a	0.21d	0.052d
16	اِروئیک اسید Erucic acid	C 22:1	0.06c	0.15a	0.10b	0.09b
17	لیگنوسرئیک اسید Lignoceric acid	C 24:0	0.02b	0.06a	0.02b	0.02b
18	نرونیک اسید Nervonic acid	C 24:1	0.06b	0.05b	0.05b	0.09a
19	اسیدهای چرب اشباعSFA	--	9.29d	11.08a	10.84b	10.29c
20	اسیدهای چرب تک غیر اشباع MUFA	--	13.94d	14.19c	14.26b	14.67a
21	اسیدهای چرب چند غیر اشباعPUFA	--	76.77a	73.55c	73.26d	75.04b
22	نسبت اسیدهای غیر اشباع به اشباعUFA/SFA	--	9.71a	7.91d	8.07c	8.71b
23	نسبت اسیدهای چند غیر اشباع به تک اشباعPUFA/MUFA	--	5.5a	5.18b	5.07d	5.11c

- در هرسطر بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد

- in each row means followed by similar letters are not significantly different (p>0/05) using duncan test

اگر چه اسید لینولنیک از مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباعی است که در بذرها فراوانی کمتری دارند (Tavakkol Afshari, and Shayanfar. 2013.) ولی برخی محققان نسبت ۱ به ۴ تا ۱ به ۶ آلفا لینولنیک به اسید اولئیک را مناسب ارزیابی کرده‌اند (Shahverdi, 2010; Sedaghat, 2004). نتایج پروفایل اسیدهای چرب بالنگو شیرازی نشان داد این نسبت ۵ به ۱ است. عدم بالانس بین این دو اسید چرب در روغن‌های خوراکی مناسب نیست (Oomah *et al*., 2002). بر اساس نتایج فوق، روغن بذر بالنگو شیرازی به صورت خام نمی‌تواند جایگزین روغن خوراکی شود مگر به صورت ترکیبی با سایر روغن‌های خوراکی و یا افزودن ترکیبات مجاز، با این وجود از خصوصیات مهم و بارز لینولنیک خاصیت خشک شوندگی آن است به همین لحاظ درتولید محصولات بهداشتی و آرایشی، صنایع رنگ سازی و نساجی کاربرد دارد. پیری تسریع شده بر ساختار اسیدهای چرب تاثیرگذار بود و باعث

کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع شد (جدول ۳). میزان اسیدهای چرب اشباع در سه تیمار ۲۴ تا ۷۲ ساعت پیری نسبت به شاهد به ترتیب ۱۹/۲۶، ۱۶/۶۸ و ۱۰/۷۶ درصد کاهش یافت. همین امر باعث گردید نسبت کل اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به مجموع اسیدهای چرب اشباع از ۹/۷۱ درصد در شاهد به ۷/۹۱، ۸/۰۷ و ۸/۷۱ درصد در تیمار ۲۴ تا ۷۲ ساعت کاهش پیدا کند.

تحقیقات ماریستال و روبر وال (Maristal and Robelval, 2007) مشخص کرد افزایش مدت زمان زوال باعث کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع سویا و افزایش اسیدهای چرب اشباع شد. نتایج مشابهی در مورد کلزا گزارش شده است (Alivand *et al*, 2015). بر این اساس مشخص است اسیدهای چرب غیر اشباع به اکسایش حساس‌تر است. و زوال بذر می‌تواند اسیدهای چرب غیر اشباع (به خصوص اسیدهای چرب چند غیر اشباع) را به اسیدهای چرب اشباع شده تبدیل کند. غالباً محتوای رطوبت بذر به صورت بافر بین رایکال‌های آزاد و مولکول‌های بزرگ لیپیدی عمل کرده و مانع اکسیداسیون می‌گردد، ولی چنانچه رطوبت بذر از ۶ درصد کمتر شود احتمال اتواکسیداسیون شدت می‌گیرد. در مقابل افزایش محتوای رطوبت سبب تحریک آنزیم‌های هیدرولیتیک اکسیداتیو مانند لیپواکسیژناز شده و با افزایش درجه حرارت می‌تواند باعث اکسیداتیو آنزیمی شود (Benech-Arnold and Sanchez, 2004). بنابراین با توجه به افزایش بیش از ۶ درصدی محتوای رطوبتی بذر بالنگو شیرازی و تغییر ماهیت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع استنباط می‌شود چربی بذر در شرایط پیری تسریع شده دچار اکسیداتیو آنزیمی شده است.

مواد آنتی اکسیداتیو روغن

توکوفرول‌ها (ویتامین E) در غشای کلروپلاست و سایر پلاستیدها (مانند آمیلوپلاست، آلوروپلاست و کروموپلاست) ذخیره شده و از عوامل اصلی مقابله با اکسیداسیون می‌باشد. نتایج توکوفرول کل در بین تیمارهای شاهد و پیری تسریع شده بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف دارد (جدول ۲). توکوفرول غالب بذر بالنگو شیرازی از نوع آلفا است. این نوع از نظر خصوصیات ویتامینی بهتر از سایر توکوفرل‌ها است ولی ارزش آنتی اکسیدانی آن کمتر می‌باشد. بیشترین مقدار توکوفرول کل در شاهد وجود داشت (۴۲۷/۸ پی‌پی‌ام). اعمال شرایط پیری تسریع شده میزان توکوفرول را به صورت خطی کاهش داد و سه تیمار پیری ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت نسبت به شاهد به ترتیب ۴/۱۲، ۴/۲ و ۵/۳ درصد کاهش داشت. کاهش توکوفرول در تیمارهای پیری تسریع شده اثر متقابل با مواد اکسایشی مانند پراکسید و آنیزیدین‌ها دارد (شکل ۱).

پلی‌فنل کل در تیمارهای پیری تسریع شده دستخوش تغییراتی گردید که منجر به اختلاف آماری با شاهد شد. ولی این تغییرات از روند خاصی پیروی نکرد. بیشترین مقدار پلی‌فنل در تیمار ۲۴ ساعت بود (۲۱۳/۷ میلی‌لیتر در یک لیتر روغن) که ۱/۷ درصد از شاهد بیشتر بود ولی با افزایش مدت زمان پیری تسریع شده میزان پلی‌فنل کل کاهش پیدا کرد، با این جود از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار ۴۸ و ۷۲ ساعت با شاهد وجود نداشت. با توجه به نتایج ممکن است افزایش پلی‌فنل در تیمار ۲۴ ساعت برای کنترل و کاهش اثر مخرب رادیکال‌های آزاد باشد ولی با افزایش زمان پیری تسریع شده و افزایش اکسایش و نشر رادیکال‌های آزاد مقدار پلی‌فنل کل نیز کاهش پیدا کرد. در مجموع مقدار پلی‌فنل کل در شاهد و در تیمارهای پیری تسریع شده بسیار چشمگیر بود و از لحاظ کمّی از روغن زیتون (۱۵/۶۵ پی‌پی‌ام)، روغن کلزا (۴۸/۱۹ پی‌پی‌ام)، سویا (۵۰/۸ پی‌پی‌ام) و روغن بادام (۳۷/۱۸ پی‌پی‌ام) بیشتر بود (Farhoosh and Tavakoli, 2008; Farhoosh *et al*., 2008; Alavi-Rafiee *et al*, 2012).

اکسایش روغن و میزان مقاومت

اسیدیته روغن (AV) در شاهد ۰/۳۲ درصد بود که شرایط پیری تسریع شده اختلاف آماری بر آن تحمیل نکرد (جدول۲). اما عدد پراکسید که در شاهد ۵/۷۸ میلی‌اکی والان‌گرم بر کیلوگرم روغن بود بطور چشمگیری در تیمارهای پیری تسریع شده افزایش یافت و

میزان پراکسید در سه دامنه زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت به ترتیب ۴۲/۸۸، ۵۴/۰۹ و ۶۱/۴۶ درصد از شاهد بیشتر بود. کمترین مقدار اندیس آنیزیدین (AV) نیز در شاهد بود (۵/۷) که تیمارهای پیری تسریع شده بطور معنی‌داری باعث افزایش آن شدند. پراکسیدها به صورت ذاتی در ترکیب روغن دانه‌ها وجود ندارد بلکه محصول اولیه اکسیداسیون هستند. با پیشرفت فرآیند اکسایش مواد ثانویه‌ای ایجاد می‌گردد که توسط آزمون آنیزیدین قابل پیگیری است. لذا هنگامی که بذر در مراحل اولیه پیری قرار گیرد مقدار پراکسید افزایش می‌یابد ولی با پیشرفت زوال به تدریج مقدار آن ثابت شده و سپس سنتز ترکیبات ثانویه (از جمله اندیس آنیزیدین) آغاز می‌گردد. نتایج نشان داد مقدار پراکسید بین شاهد و تیمار ۲۴ ساعت پیری، ۴۲ درصد افزایش داشت در حالی که بین دو تیمار ۴۸ و ۷۲ ساعت این اختلاف به ۱۶ درصد رسید. حال آنکه اندیس آنیزیدین بین شاهد و تیمار ۲۴ ساعت ۵ درصد و بین دو تیمار ۴۸ و ۷۲ ساعت، ۵/۶ درصد اختلاف وجود داشت. با این نتایج استنباط می‌شود اوج اکسیداسیون مرحله اول و تولید پراکسید بین شاهد و تیمار پیری تسریع شده ۲۴ساعت رخ می‌دهد و مراحل بعدی اکسایش و افزایش اندیس آنیزیدین بین دو تیمار ۴۸ و۷۲ ساعت به وقوع می‌پیوندد.

بر اساس نتایج مقاومت روغن (تست رنسیمت- OSI) بین شاهد و تیمارهای پیری تسریع شده اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۲). بر این اساس بالاترین مقاومت روغن در شاهد بدست آمد (۱/۵ ساعت) که با افزایش مدت زمان پیری تسریع شده با پیروی از یک روند کاهشی به ۰/۶۳ ساعت در تیمار ۷۲ ساعت کاهش یافت. به عبارت دیگر روغن بالنگو شیرازی در شرایط عادی می‌تواند به مدت ۱/۵ ساعت در برابر حرارت مقاومت کند. نتایج آزمایشات نشان داد روغن کانولا ۹/۵ ساعت، روغن سویا ۷ ساعت، زیتون ۶ ساعت و مقاومت روغن جوانه ذرت ۵/۲ ساعت است (Farhoosh *et al*., 2011)، حال آنکه بر اساس قوانین استاندارد ملی ایران حداقل زمان مقاومت روغن‌های خوراکی نباید از ۱۵ ساعت کمتر باشد (Iranian rules of Standard, 2011).

آزمون جوانه‌زنی در شرایط پیری تسریع شده

نتایج تجزیه واریانس تمام صفات مورد آزمایش جوانه‌زنی در سطح حداکثر ممکن دارای تفاوت معنی‌داری بود (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در شاهد بدست آمد (به ترتیب ۹۸/۵ درصد و ۰/۰۳۲۲ بر ساعت). پیری تسریع شده باعث ایجاد روند نزولی در پارامترهای جوانه‌زنی شد بگونه‌ای که درصد جوانه‌زنی در تیمار پیری۲۴ تا ۷۲ ساعت نسبت به شاهد به ترتیب ۱۳/۶، ۴۷ و ۶۹ درصد کاهش داشتند (شکل ۲). نتایج ارزش جوانه‌زنی که یک پارامتر تلفیقی جوانه‌زنی تا رشد اولیه گیاهچه است نیز مُبین اختلاف معنی‌دار تیمارها بود. ارزش جوانه‌زنی در شاهد به ترتیب ۱/۶، ۲/۵ و ۴/۸ برابر تیمارهای پیری تسریع شده ثبت شد. مدت زمان جوانه‌زنی ۱۰ تا ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی بذر بالنگو شیرازی نیز تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت. میانگین مدت زمان ۵۰ درصد جوانه‌زنی در شاهد ۳۱/۰۱ ساعت بود که این مدت به ترتیب ۲۵/۴۲، ۲۷/۰۱ و ۲۹/۳۲ ساعت کمتر از سه تیمار پیری تسریع شده بود (جدول ۵).

انبارمانی طولانی مدت و بخصوص قرار گرفتن بذرها در شرایط گرم و مرطوب از عوامل اصلی فرسودگی بذر و کاهش بنیه دانه‌ها است. پیری بذرها غالباً با کاهش محسوس درصد و سرعت جوانه‌زنی و تولید گیاهچه‌های غیرنرمال و ضعیف نمود پیدا می‌کند (Veselova and Veselovasky, 2003). نتایج مشابهی از تاثیر پیری تسریع شده و یا زوال بذر بر کاهش جوانه‌زنی در کلزا (Tavakkol Afshari *et al*, 2009) و کنجد (Alivand *et al*, 2015) گزارش شده است. برخی محققین معتقدندکاهش قوه نامیه بذر و تسریع زوال بذر ارتباط مستقیمی با پراکسیداسیون چربی‌ها دارد (Bailly *et al*, 2000). اسیدهای چرب آزاد با نفوذ به محور جنینی (Benech-Arnold and Sanchez, 2004) و

بخصـــوص پریموردیـــای ســـلولی نـــوک ریشـــه ممانعت می‌کند.

(Berjak *et al*,1986) از فراینـد متـابولیکی جوانـه‌زنـی

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس و مجموع مربعات (SS) اثر زوال بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر بالنگو شیرازی

Table 1- Analysis of variace (SS) of balangu seed germination characteristics under accelerated aging conditions

منابع تغییرات S.O.V	df	درصد جوانه زنی GP	سرعت جوانه زنی GR	ارزش جوانه زنی GV	G10 (1)
تیمار Treatment	3	8508.750*	0.193*	32.295*	131.168*
اشتباه Error	8	11.000	0.014	0.586	0.464
کل Total	11	8519.750	0.207	32.882	131.632

(۱) مدت زمان لازم جهت ده درصد تا نود درصد جوانه‌زنی

*- تمام نتایج در سطح حداکثر ممکن معنی دار بود

(1) Time required to 10% to 90% seed germination percent.
GP: Germination Percentage
GR: Germination Rate
GV: Germination Value
* High significant of probability levels

ادامه جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس و مجموع مربعات (SS) اثر زوال بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر بالنگو شیرازی

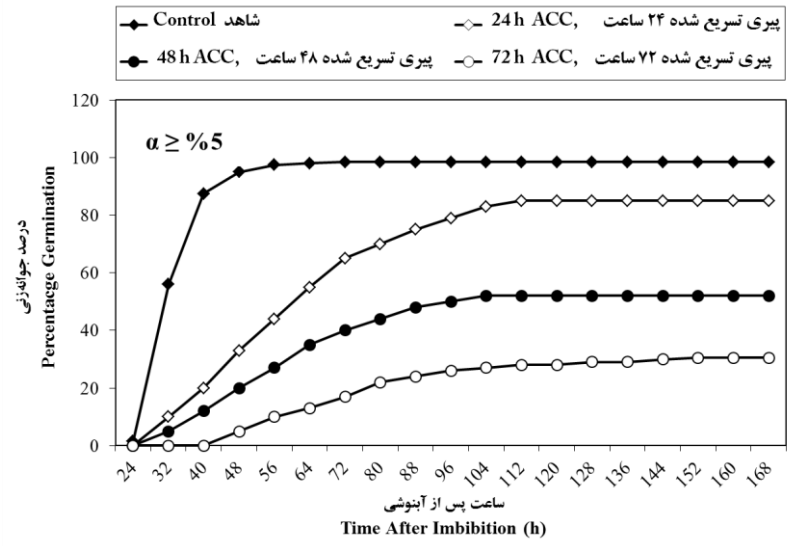
Table 1- Analysis of variace (SS) of balangu seed germination characteristics under accelerated aging conditions

منابع تغییرات S.O.V	df	G20 (1)	G30	G40	G50	G90
تیمار Treatment	3	291.374*	831.101*	1393.072*	1676.083*	8765.883*
اشتباه Error	8	2.368	1.536	3.108	1.320	3.131
کل Total	11	293.742	832.637	1396.181	1677.404	8769.014

(۱) مدت زمان لازم جهت ده درصد تا نود درصد جوانه‌زنی

*- تمام نتایج در سطح حداکثر ممکن معنی دار بود

(1) Time required to 10% to 90% Seed Germination Percent.
* High significant of probability levels



شکل ۲- جوانه‌زنی تجمعی بذر بالنگو شیرازی تحت تاثیر شرایط پیری تسریع شده

Figure 2. Cumulative seed germination of balangu under accelerated aging conditions

جدول ۵- نتایج جوانه‌زنی بذر بالنگو شیرازی تحت شرایط پیری تسریع شده

Table3. The balangu seed germination characteristics under accelerated aging conditions

صفت Index	شاهد Control	۲۴ ساعت 24 h	۴۸ ساعت 48 h	۷۲ ساعت 72 h
حداکثر جوانه‌زنی (٪) Germination Percentage	98.5a	85.00b	52.00c	30.50d
سرعت جوانه‌زنی (ساعت/۱) Germination Rate (h^{-1})	0.0322a	0.0177b	0.0169b	0.0155b
ارزش جوانه‌زنی Germination Value	5.54a	3.50b	2.2c	1.14d
G10 (h)*	25.23b	32.33a	32.80a	33.33a
G20 (h)	26.66d	34.00c	36.26b	39.33a
G30 (h)	28.11d	40.66c	45.48b	50.66a
G40 (h)	29.56d	50.11c	52.54b	58.00a
G50 (h)	31.01d	56.43b	58.02ab	60.33a
G90 (h)	41.23c	96.40b	97.33b	112.00a

*- مدت زمان لازم جهت ده درصد تا نود درصد جوانه‌زنی

- در هرسطر بین تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود ندارد.

* - Time required to %10 to %90 seed germination percent.

- In each columns means followed by similar letters are not significantly different (p>0/05) using duncan test.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد بذر بالنگو شیرازی حائز خصوصیات شیمیایی و بیوشیمیایی مطلوبی از جمله درصد بالای اسیدهای چرب غیر اشباع و مواد آنتی اکسیداتیو می‌باشد. با این وجود رطوبت و دمای نامطلوب انبارمانی مانند آنچه توسط آزمون پیری تشریع شده شبیه سازی شد می‌تواند قابلیت‌های فوق را دچار تغییر کند. این شرایط باعث تغییر ماهیت ترکیبات ذخیره‌ای بذر شده و در نتیجه فرآیند جوانه‌زنی بذر را دچار اختلال می‌کند. بر اساس نتایج بدست آمده اکسیداتیو آنزیمی سبب فساد و نشت روغن به فضای بین سلولی و تغییر پروفایل اسیدهای غیر اشباع به نفع اسیدهای چرب اشباع می‌شود. از جمله نکات مهم بذر بالنگو شیرازی مقادیر قابل ملاحظه مواد آنتی‌اکسیدان (توکوفرول و پلی‌فنل) و اسیدهای چرب غیراشباع بود که می‌تواند ارزش اقتصادی قابل ملاحظه‌ای بخصوص در تولید محصولات آرایشی، بهداشتی و رنگ‌سازی داشته باشد، هر چند ادامه تحقیقات تکمیلی و بخصوص کنکاش در شرایط بهینه نگهداری آن اجتناب ناپذیر است.

References منابع

Ahmadzadeh, S., M. Kadivar, and Gh. Saeedi. 2009. Investigation of oil properties and seed composition in some safflower lines and cultivars. (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Food Sci. Technol. Res. 5(2): 136-150.

Alavi-Rafiee, S., R. Farhoosh, and M.H. Haddad Khodaparast. 2012. Oxidative stability of iranian commercial olive oils. (In Persian, with English Abstract.). Iranian Food Sci. Technol. Res. J. 8(3): 288-293.

Alivand, R., R. Tavakkol Afshari, F. Sharifzade and M.R. Asiri. 2015. Study of some physical and biochemical changes in Sesame (*Sesamum indicum*) seed under various storage conditions. (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Filed Crop Sci. 46(3): 369-380.

Bailly, C., A. Benamar, F. Corbineau, and D. Come. 1998. Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. Physiol. Planta. 104, 646-652.

Bakhshi Khaniki, Gh. R. 2010. Study of unsaturated fatty acids in basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds. (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Herb. Drugs. 1(1): 41-45.

Benech-Arnold, R., and R.A. Sanchez (ed.). 2004. Handbook of seed physiology: applications to agriculture. Food products press and the haworth reference press Inc. New York.

Berjak, P., M. Dini, and H.O. Gevers. 1986. Deteriorative changes in embryos of long-stored, uninfected maize caryopses. South African J. Bot. 52: 109-116.

Capannesi, C., I. Palchetti, M. Mascini and A. Parenti. 2000. Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. Food Chem. 71: 553-562.

Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. Massachusetts, Kluwer Academic Publishers.

Daneshmandi, M.Sh. 2013. Identification of biophysical, biochemical and biological characteristics in Balangu seeds (*Lallemantia royleana*) and study of seed germination and seed vigour structures under environmental difficult conditions. M.Sc. Thesis. Mashhad, Iran.

Daneshmandi, M.Sh. 2014. Textbook of phytochemistry in medicinal plants (In Persian). the College of Agriculture and Natural Resources. Torbat Heydarieh Univ.

Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 377-409.

Farhoosh, R. 2007. The effect of operational parameters of the rancimat method on the determination of the oxidative stability measures and shelf-life prediction of soybean oil. J. Am. Oil Chem. Soc. (JAOCS). 84(3): 205-209.

Farhoosh, R., and J. Tavakoli. 2008. Physicochemical properties of the kernel oil from *Amygdalus scoparia* growing wild in Iran. J. Food Lipids. 15 (4): 433-443.

Farhoosh, R., J. Tvakoli, and M.H. Haddad Khodaparast. 2008. Chemical composition and oxidative stability of kernel oils from two current subspecies of Pistacia atlantica in Iran. J. Am. Oil Chem. Soc. (JAOCS). 85:723-729.

Farhoosh, R., R. Niazmand, M. Sarabi, and M. Rezaie. 2011. Estimation of the relative stability of vegetable oils in terms of the accelerated tests. (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Food Sci. Technol. 8 (1), 11-17.

Firestone, D. 1997. Official methods and recommended practices of the American oil chemists Society. AOCS.

Gunstone, F.D. 2002. Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses. Blackwell Publishing.

Hampton, J.G. and D.M. Tekroy. 1995. Handbook of vigour test methodes. Theinternational seed testing association, Zurich.

Iranian rules of Standard (No. 9131). 2011. Publication Institute of Standards and Research of Iran.

ISTA. 2009. International Rules for Seed Testing. The international seed testing association (ISTA).

Jones, G. and S.M. Valamoti. 2005. *Lallemantia*, an imported or introduced oil plant in bronze age northern greece. J. Veget. Hist. Arch. Botan. 14(4):571-577.

Kadivar, Sh., M. Ghavami, M. Gharachorloo, and B. Delkhosh. 2010. Chemical evaluation of oil extracted from different varieties of Rapeseed (Brassica napus) . (In Persian, with English Abstract.). Iranian Food Technol. Nutr. 7(2): 23-30

Koocheki, A., M. Nassiri Mahallati, and F. Najafi. 2004. The agrobiodiversity of medicinal and aromatic plants in Iran. (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Field Crops Res. 2(2), 208-215.

Maristal, P. and Robelval, D. 2007. Electrical conductivity and deterioration of soybean seeds exposed to defferent storage conditions. J. Rev. Bras. Sementes, 29(2), 97-105.

Mousavi Nik, S.M., M. Dahmardeh, and A. Sirousmehr. 2015. Seed physiology and aspects of application in agriculture. Jahhad-Daneshgahi Mashhad Press (In Persian).

Oomah, B., M. Busson, D. God Frey, and J. Drover. 2002. Characteristics of hemp (*Cannabis Sativa* L.) Seed Oil. Food Chem. 76: 33-43.

Przybylski, P. 2005. Flax oil and high linolenic oils. pp. 281-301. In: F. Shahidi (ed.) Oil and fat products, sixth edition, six volume set. John Wiley & Sons, Inc.

Rivera-Núñez, D. and C. Obón De Castro. 1992. Palaeoethnobotany and archaeobotany of the labiatae in europe and the near east. In: R.M. Harley, and T. Reynolds, (ed.) Advances in Labiate Science (Kew). 437-457.

Sargi, S.C., B.C. Silva, H.M.C. Santos, P.F. Montanher, G.S. Boeing, O.O. Santos Júnior, N.E. Souza, and J.V. Visentainer. 2013. Antioxidant capacity and chemical composition in seeds rich in omega-3: chia, flax, and perilla. Food Sci. Technol. 33(3): 541-548

Sedaghat, M. 2004. The conditions of storage and packaging of pistachio modeling. PhD. Thesis, College of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad.

Shahverdi, A., M. Gharachorlo, and E. Hosseini. 2010. Chemical evaluation of oil extracted from hemp seed (*Cannabis sativa* L.). (In Persian, with English Abstract.) Iranian Food Technol. Nutr. 8(2): 52-61

Soltani, A., and V. Maddah. 2010. Simple Applied Programs For Education and Reseaech in Agronomy. (In Persian) Iranian Scienti. Soci. Agroecology Press.

Tahami, F.S., A.R. Basiri, B. Ghiasi-Tarzi, and P. Mahasti. 2013. The effect of antioxidant of seed fennel extract (*Foeniculum vulgare* L.) on seed oil sunflower stability. (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Food Technol. Nutr. 10(1):71-78

Tavakkol Afshari, R., and R. Shayanfar. 2013. Seed Physiology (Translate). Tehran University press (In Persian).

Tavakol Afshari, R., S. Rashidi and H. Alizadeh. 2009. Effects of seed aging on germination characteristics and on catalase and peroxidase activities in two canola cultivars (*Brassica napus* L.). (In Persian, with English Abstract.). Iranian J. Field Crop Sci, 40 (2), 125-133.

Veselova, T.V., and V.A. Veselovasky. 2003. Investigation of atypical germination changes during accelerated ageing of pea seeds. Seed Sci Technol. 31: 517 – 530.

Zlatanov, M., G. Antova, M. Angelova-Romova, S. Momchilova, S. Taneva, and B. Nikolova-Damyanova. 2012. Lipid structure of *Lallemantia* seed oil: a potential source of omega-3 and omega-6 fatty acids for nutritional supplements. J. Am. Oil Chem. Soc. 89: 1393-140.