

تأثیر هورمون‌های اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک بر فرایندهای پیشگیری و بهبود زوال بذر دو رقم کنجد (*Sesamum indicum*)

فاطمه‌السادات حسینی‌خواه^۱، سهیل پارسا^۲، رضا توکل افشاری^{۳*}، مجید جامی‌الاحمدی^۴ و علیرضا اسماعیلی^۵
۱، ۲ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیاران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۳ و ۵. استاد و دانشجوی دکتری، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰)

چکیده

زوال یا پیری بذر یکی از عوامل کاهش‌دهنده بنيه و محدودکننده جوانه‌زنی در بذر است. هدف این آزمایش بررسی تأثیر هورمون‌های اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک بر بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و پیشگیری از زوال بذور دو رقم کنجد بود. این آزمایش در طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در آزمایشگاه بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) انجام گرفت. ارقام کنجد استفاده‌شده، داراب ۲ و داراب ۱۴ بود. ابتدا آزمون استاندارد جوانه‌زنی به منظور تعیین قوه نامیه ارقام کنجد انجام گرفت. سپس برای ایجاد بنيه‌های متفاوت ارقام از روش آزمون پیری کنترل‌شده استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل دو رقم بذر کنجد، سه سطح زوال (۲۴، ۴۸ ساعت و شاهد) و هفت ترکیب مختلف غلظت‌های هورمونی (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسیدجیبرلیک-۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک به همراه شاهد) بود. صفات اندازه‌گیری‌شده در این آزمایش شامل درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنيه ۱ و بنيه ۲ بود. نتایج آزمایش نشان داد که زوال سبب کاهش صفات مورد اندازه‌گیری شد. از میان ارقام به‌کاررفته، رقم داراب ۱۴ نسبت به شرایط زوال مقاوم‌تر از داراب ۲ بود. با اعمال تیمار هورمونی برای هر دو رقم بهبودپذیری و جلوگیری از زوال صورت گرفت، به طوری که در آزمایش تیمارهای هورمون قبل از زوال (پیش‌تیمار) در رقم داراب ۲، تمام غلظت‌های اسید جیبرلیک در سطح زوال ۲۴ ساعت بهتر بودند. اما در رقم داراب ۱۴، در دو سطح زوال ۲۴ و ۴۸ ساعت، تیمارهای هورمونی بعد از زوال نتایج بهتری نشان دادند. غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک یکی از بهترین غلظت‌های استفاده‌شده بود.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، پیری کنترل‌شده، جوانه‌زنی، کنجد.

مقدمه

خنثی و مقدار کمی از فسفولیپیدها تشکیل می‌دهند (Kochhar, 2002). بذرهاى روغنى حاوى مقادير زيادى اسيد چرب لينولئيك بسيار مستعد زوال‌اند (Goel & Sheoran, 2003). گزارش شده است که لپید پراکسیداسيون

از کنجد به‌عنوان قدیمی‌ترین گیاه دانه‌روغنی مورد استفاده بشر نام برده شده است (Langham & Wiemers, 2002). مانند بسیاری از روغن‌های خوراکی، بیشتر چربی‌های بذر کنجد را تری‌اسیل گلیسرول‌های

بذر استفاده می‌شوند شامل اکسین‌ها (IAA, IBA, NAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینیتین، اسید آبسزیک، پلی‌آمین‌ها، اتیلن، براسینولاید و سالیسیلیک اسید هستند (Ashraf & Foolad, 2005). از جمله موادی که در آزمایش‌های پرایمینگ کاربرد زیادی دارد، می‌توان به اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک اشاره کرد که پاسخ‌های متفاوتی را در گیاهان ایجاد می‌کنند. اسید سالیسیلیک جزء اسیدهای آلی (ترکیبات فنلی) با نام شیمیایی اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید است. براساس تحقیقات مختلف، اسید سالیسیلیک سبب مقاومت به تنش‌های مختلف از جمله گرما (Dat, 1998)، سرما (Tasing et al., 2003) و خشکی (Singh & Usha, 2003) در گیاهان مختلف می‌شود. بنابر گزارش Farroq et al. (2008b)، پرایمینگ بذور ذرت هیبرید با اسید سالیسیلیک، چه در شرایط نرمال و چه در شرایط تنش سرمایی ظهور گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه و برگ و ریشه را افزایش داد.

جیبرلین‌ها اعضای خانواده بزرگ و متنوعی از ترکیبات گیاهی به نام ترپنوئیدها هستند. جیبرلین‌ها رده‌ای از مواد رشد گیاهی هستند که بیشترین کاربرد مستقیم را در کنترل و تسریع جوانه‌زنی دارند (Arteka et al., 1995) و در تحریک جوانه‌زنی بسیار مؤثرند. Eisevand et al. (2010) نشان دادند که پرایمینگ هورمونی اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام موجب بهبود بنیه بذور زوال‌یافته علف گندمی بلند شد. در تحقیق Siadat et al. (2011) درباره بذور زوال‌یافته ذرت، پرایمینگ هورمونی بذور با اسید جیبرلیک ۴۰۰ پی‌پی‌ام اثر مثبتی بر جوانه‌زنی بذور زوال‌یافته داشت و موجب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی شد.

آزمون پیری کنترل‌شده در ابتدا به‌عنوان آزمونی برای بررسی قدرت بذر گیاهان زراعی چون سبزیجات (از قبیل کاهو، پیاز و کلم) که قابلیت کمی برای ظهور و استقرار گیاهچه در مزرعه دارند (Matthews, 1980) و قابلیت نگهداری بذورشان نیز ضعیف است (Matthews & Powell, 1987) ابداع شد. اما تحقیقات بعدی بر روی این آزمون، توانایی آزمون یادشده را برای طبقه‌بندی توده‌های بذر بسیاری از دیگر گونه‌های گیاهی به‌منظور تعیین پتانسیل ظهور و انبارداری بذر این گیاهان نشان

وساطت‌شده توسط تولید رادیکال‌های آزاد، یک اصل اساسی زوال بذر است (Smith & Berjak, 1995). پیری شامل مجموعه علائم مشخص از تغییرات مضر، پیش‌رونده، فراگیر و تقریباً برگشت‌ناپذیر است. پیری به مولکول‌ها (DNA، پروتئین‌ها و چربی‌ها)، سلول‌ها و اندام‌ها خسارت می‌زند (Best, 2007). تحقیقات متعددی فیزیولوژی زوال بذر را بررسی کرده‌اند. با اینکه الگوی ویژه‌ای به‌دست نیامده است، اجماع عمومی بر این است که DNA تاحدودی تجزیه شده و سبب نسخه‌برداری ناقص می‌شود که در نهایت سنتز ناقص یا معیوب آنزیم‌های ضروری برای وقوع اولین مراحل جوانه‌زنی را در پی دارد (McDonald, 1999).

آگاهی از وقوع ترمیم در طی آبنوشی بذر، سبب شده است که در صنعت بذر، پرایم کردن برای بسیاری از محصولات به‌کار گرفته شود. پرایم کردن بذر شامل هیدراتاسیون بذور با استفاده از دستورالعمل‌های مختلف و سپس خشک کردن بذر به‌منظور مدیریت معمول آن است. افزایش سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بیشتر در سبز شدن، جوانه‌زنی تحت دامنه وسیع‌تری از شرایط محیطی و بهبود بنیه و رشد گیاهچه از مزایای پرایمینگ است (Ajouri et al., 2004). بذور پرایم‌شده به‌طور معمول افزایش در سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بیشتر در جوانه‌زنی و گاه جوانه‌زنی کلی بیشتری از خود نشان می‌دهند (Basra et al., 2005). محققان زیادی بهبود سرعت جوانه‌زنی و خروج اندام هوایی از خاک را در بذور پرایم‌شده، به‌ویژه بذور ضعیف یا خسارت‌دیده در شرایط نامساعدی نظیر دمای زیاد یا خشکی گزارش کرده‌اند (Pill et al., 1994).

پرایمینگ می‌تواند جوانه‌زنی بذور پیرشده را بهبود بخشد (Van Pijlen et al., 1995; Bailly et al., 1998). بهبود توانایی جوانه‌زنی بذور پیرشده آفتابگردان توسط پرایمینگ، با سرعت کمتر پراکسیداسیون لیپیدها همراه بود (Bailly et al., 1998). ثابت شده است که بعضی از پاسخ‌ها به زوال بذرها در طول مدت انبارداری و از طرف دیگر ترمیم‌پذیری در طول مدت آنگیری یا پرایمینگ با انواع مختلف آنتی‌اکسیدانت‌ها شامل ویتامین‌ها، پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها و هورمون‌ها ارتباط دارد (Larson, 1997).

هورمون‌های رشدی که به‌طور معمول برای پرایمینگ

شدند. رطوبت اولیه بذر بر این اساس ۴ درصد تخمین زده شد. سپس بر اساس رابطه ۱ مقدار آب اضافه شده به بذور محاسبه شد (Hampton et al., 1995):

$$W_2 = ((100 - A) / (100 - B)) \times W_1 \quad (1)$$

W_2 : وزن نهایی بذر

A: محتوای رطوبت اولیه بذر

B: محتوای رطوبت مورد نظر (۲۰ درصد)

W_1 : وزن اولیه بذر

بذور مربوط به هر تکرار داخل پاکت‌های فویل آلومینیومی قرار داده شدند. سپس با استفاده از سمپلر مقدار لازم آب (برای رساندن رطوبت بذور به ۲۰ درصد) به هر پاکت اضافه شد. مقدار آبی که باید اضافه شود $W_1 - W_2$ در پایان، هوای داخل پاکت‌ها خارج و در پاکت‌ها به وسیله دستگاه مسدودکننده مسدود شد و بذور به مدت ۲۴ ساعت پس از به هم زدن به منظور رسیدن به تعادل رطوبتی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از اتمام زمان مورد نظر و رسیدن به سطح رطوبتی لازم، پاکت‌های حاوی بذور به حمام بن‌ماری با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (Hampton et al., 1995). بعد از گذشت مدت زمان‌های لازم (۲۴ و ۴۸ ساعت) برای زوال، بذور از پاکت خارج و پس از خشک کردن، غلظت‌های مختلف هورمون اعمال شد. در این آزمایش بذور ارقام کنجد بعد از اعمال زوال، نخست به مدت ۲۴ ساعت در محلول‌هایی با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک-۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک قرار گرفتند تا پرایم شوند. برای این کار در هر پتری دیش ۹ سانتی‌متری ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های ذکر شده ریخته شد و درون هر پتری دیش ۵۰ بذر قرار گرفت. بذرها در این حالت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا پرایم شوند؛ سپس از محلول خارج و با آب مقطر شست‌وشو داده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در داخل انکوباتور ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا خشک شوند و در پایان به منظور آزمون جوانه‌زنی استاندارد، آزمایش شدند. آزمون جوانه‌زنی استاندارد به صورت Top of paper در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ روز مطابق با قوانین ISTA (2010) انجام گرفت.

در آزمایش پرایمینگ قبل از زوال (پیش‌تیمار)، ابتدا بذور با سطوح مختلف هورمون همانند روش ذکر شده در

داد. از این‌رو مطالعه حاضر به بررسی تأثیر هورمون‌های اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک بر فرایندهای پیشگیری و بهبود زوال بذور دو رقم کنجد تحت تأثیر آزمون پیری کنترل شده می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در آزمایشگاه بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) انجام گرفت. در این آزمایش از بذورهای دو رقم کنجد داراب ۲ و داراب ۱۴ تهیه شده از بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر که در سال ۱۳۸۸ تولید شده بودند، استفاده شد. برای ایجاد بنیه‌های متفاوت و تعیین بنیه ارقام از روش آزمون پیری کنترل شده به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو رقم بذر کنجد، سه سطح زوال ۲۴ و ۴۸ ساعت به همراه شاهد و هفت ترکیب مختلف غلظت‌های هورمونی ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک-۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک به همراه شاهد بودند. تیمارهای هورمونی به دو صورت قبل و بعد از اعمال زوال در قالب دو آزمایش جداگانه استفاده شدند.

اصول اجرای آزمون پیری کنترل شده

اساس اجرای این آزمون مشابه اصول آزمون پیری زودرس است و بذور در معرض مهم‌ترین متغیرهای محیطی که موجب پیری بذر می‌شوند چون دمای زیاد (۴۰ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت زیاد در طول یک دوره کوتاه مدت (۲۴ یا ۴۸ ساعت براساس بذور گونه‌های مختلف) قرار می‌گیرند (Hampton et al., 1995). دماها و مقادیر رطوبت مورد نیاز دامنه‌ای از شرایط دمایی و رطوبتی است که بذر جوانه بزند و از بین نرود. این دامنه از شرایط به‌طور تجربی تعیین می‌شوند (Matthews, 1980).

برای رساندن بذور به سطح رطوبتی ۲۰ درصدی، ابتدا میانگین درصد رطوبت بذور اولیه اندازه‌گیری شد. سپس بذور در سه تکرار وزن شدند و در آن ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفتند و دوباره وزن

بالا، پرایم شدند و سپس آزمون پیری کنترل شده بر روی آنها اعمال شد و در پایان آزمون جوانه‌زنی استاندارد صورت گرفت.

شاخص بنیه ۲ (ISTA, 2010) (رابطه ۶)

(۶) = شاخص بنیه ۲ = میانگین وزن گیاهچه خشک (گرم) × جوانه‌زنی استاندارد (%).

صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش

درصد جوانه‌زنی (%G) (رابطه ۲)

$$(2) \quad \%G = n/N \times 100$$

n: تعداد بذور جوانه‌زده

N: تعداد کل بذور موجود در هر پتری‌دیش (۵۰ عدد).

شاخص جوانه‌زنی (GI) (Walker-Simmons & Sesing,)

(1990) (رابطه ۳)

$$(3) \quad GI = (6n_1 + 5n_2 + \dots + 1n_6) / 6 \times N$$

n_۱, n_۲, ... n_۶: تعداد بذور جوانه‌زده در روزهای اول، دوم ... و ششم

N: تعداد کل بذور موجود در هر پتری‌دیش (۵۰ عدد)

سرعت جوانه‌زنی (GS) (Walker-Simmons & Sesing,)

(1990) (رابطه ۴)

$$(4) \quad GS = 100 \times (\sum ni) / (\sum ni \times ti)$$

ni: تعداد بذور جوانه‌زده در هر روز

ti: طول مدت جوانه‌زنی

شاخص بنیه ۱ (ISTA, 2010) (رابطه ۵)

(۵) = شاخص بنیه ۱ =

میانگین طول گیاهچه (cm) × جوانه‌زنی استاندارد (%).

آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS و MSTATC صورت گرفت و میانگین‌ها براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در آزمایش اعمال تیمارهای هورمون بعد از زوال، به جز اثر متقابل رقم × غلظت‌های هورمون، برای سرعت جوانه‌زنی که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، اثرهای اصلی (رقم، زوال و غلظت‌های هورمون)، اثرهای متقابل دوگانه (رقم × زوال، رقم × غلظت‌های هورمون و زوال × غلظت‌های هورمون) و اثر متقابل سه‌گانه (رقم × زوال × غلظت‌های هورمون) برای همه شاخص‌های مورد بررسی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

در آزمایش اعمال تیمارهای هورمون قبل از زوال بذور، اثر اصلی رقم برای صفات درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه ۱ و اثر متقابل رقم × زوال برای صفت متوسط زمان جوانه‌زنی معنی‌دار نبودند. اما سایر تأثیرات اصلی و متقابل (به جز اثر اصلی رقم که برای شاخص جوانه‌زنی و زنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود) برای تمام صفات در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳).

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون‌های اسید سالیسیلیک و جیبرلین بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذور

زوال یافته ارقام کنگد در آزمایش اعمال تیمارهای هورمون بعد از زوال (بهبود زوال بذور)

منابع تغییرات	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی (%)	شاخص جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	بنیه ۱	بنیه ۲
رقم	۱	۳۵۸۴**	۸۰۳۲/۰۳۲**	۹۳۱۹/۱۳۲**	۳۸۹۴۵۳/۵۳۱**	۱/۷۷۴**
زوال	۲	۳۶۲۴/۹۲۹**	۹۶۹۹/۱۵۱**	۱۱۸۸۹/۸۰۳**	۹۴۰۱۱۱/۸۵۷**	۴/۸۳۰**
غلظت هورمون	۶	۵۷۲/۳۵۲**	۱۰۲۳/۹۱۵**	۱۰۵۹/۹۱۸**	۹۷۷۶۱/۳۳۳**	۰/۵۳۴**
رقم × زوال	۲	۱۰۷۰/۴۵۲**	۲۹۳۴/۹۱۳**	۳۰۸۳/۵۳۱**	۹۱۹۳۷/۴۱۰**	۰/۸۱۰**
رقم × غلظت هورمون	۶	۹۰/۶۸۵**	۱۳۷/۴۰۲**	۱۲۴/۲۸۲*	۱۸۹۰۶/۴۸۶**	۰/۱۲۱**
زوال × غلظت هورمون	۱۲	۳۲۴/۴۴۷**	۴۷۴/۸۰۸**	۳۱۱/۵۸۷**	۱۷۸۶۷/۶۵۸**	۰/۲۶۶**
رقم × زوال × غلظت هورمون	۱۲	۱۱۴/۹۷۱**	۱۵۲/۷۵۵**	۲۳۹/۱۱۸**	۱۴۴۵۷/۶۹۲**	۰/۱۰۹**
خطا	۸۴	۸/۵۷۱	۸/۸۶۵	۴۷/۳۶۵	۲۵۱۱/۹۷۲	۱/۰۲۹
ضریب تغییرات (%)	-	۳/۶۷	۳/۸۶	۱۰/۴۲	۹/۱۵	۷/۱۰

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

درصد جوانه‌زنی

زوال، در رقم داراب ۲ و در سطح زوال ۲۴ ساعت، نتایج نشان‌دهنده تأثیر هورمون بر افزایش درصد جوانه‌زنی بود، به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی در غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک مشاهده شد (۹۴ درصد) و در سطح زوال ۴۸ ساعت، غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک (با درصد جوانه‌زنی ۹۳/۳۳) بهتر از سایر تیمارهای هورمون بود (جدول ۴).

در آزمایش اعمال هورمون قبل از زوال در رقم داراب ۱۴، تمام غلظت‌های اسید سالیسیلیک غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک در سطح زوال ۲۴ ساعت سبب افزایش درصد جوانه‌زنی شدند که با تیمارهای شاهد ارقام تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بیشترین جوانه‌زنی با ۹۸/۶۷ درصد در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک به دست آمد (جدول ۴). در سطح زوال ۴۸ ساعت، تأثیر غلظت‌های هورمون، به جز غلظت‌های ۲۵ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک که افزایش نسبی در درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد زوال ۴۸ ساعت (زوال ۴۸ ساعت × بدون غلظت هورمون) را نشان دادند، بقیه غلظت‌های هر دو هورمون کاهش درصد جوانه‌زنی نشان دادند (جدول ۴).

کاهش درصد جوانه‌زنی بر اثر زوال در اکثر تحقیقات مشاهده شده است که از دلایل اصلی آن می‌توان به پراکسیداسیون چربی‌ها، خسارت به غشاهای سلولی، آسیب به فرایند سنتز RNA، تخریب DNA، رسوب و غیرفعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (Lehner et al., 2008). از سوی دیگر تحقیقات نشان داده که پرایم بذور به تکثیر زود هنگام DNA، افزایش RNA و ساخت پروتئین (Giri & Schilinger, 2003) و رشد سریع جنین (Dahal et al., 1990) منجر می‌شود.

Hoseinikhah et al. (2013)، در آزمایشی با هدف بررسی تأثیر اسید آسکوربیک (ویتامین C) و آلفا توکوفرول (ویتامین E) بر فرایند زوال بذور دو رقم کنجد (*Sesamum indicum*)، نشان دادند که آلفا توکوفرول و اسید آسکوربیک برای داراب ۲ و ۱۴ در مدت زوال ۲۴ و ۴۸ ساعت و در دو شرایط پیش‌تیمار و تیمار پس از فرسودگی سبب بهبود جوانه‌زنی شدند. اما شرایط پیش‌تیمار نتایج بهتری داشت، به طوری که از نظر درصد جوانه‌زنی در مدت زوال ۲۴ ساعت، به جز غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر آلفا توکوفرول

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی اثر متقابل سه‌گانه رقم × زوال × غلظت‌های هورمون نشان داد که بین تیمارهای شاهد هر دو رقم (داراب ۲ × بدون زوال × بدون غلظت‌های هورمون، داراب ۱۴ × بدون زوال × بدون غلظت‌های هورمون) و همچنین بین هر دو رقم در تمام سطوح غلظت‌های هورمون‌های اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک در شرایط بدون زوال، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و این ارقام بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند (جدول ۲).

در بررسی تأثیر زوال بر ارقام، نتایج آزمایش نشان داد که دو سطوح زوال (۲۴ و ۴۸ ساعت) سبب کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمارهای شاهد در هر دو رقم شد. رقم داراب ۱۴ در سطوح مختلف زوال کاهش کمتری نسبت به داراب ۲ نشان داد. با اعمال غلظت‌های مختلف هورمون‌های اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر روی بذور زوال یافته، بهبود زوال حاصل شد، به طوری که برای رقم داراب ۲ در سطح زوال ۲۴ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون، درصد جوانه‌زنی ۷۲/۷۶ بود، اما با اعمال غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک درصد جوانه‌زنی به ۹۱/۳۳ رسید که با تیمارهای شاهد ارقام و تیمارهای شاهد هورمون (رقم × هورمون × بدون زوال) اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). در سطح زوال ۴۸ ساعت هم نتایج نشان داد که بهبود زوال در اثر پرایمینگ با هورمون برای رقم داراب ۲ به خوبی حاصل شده است (از ۴۲ درصد در سطح زوال ۴۸ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون، به ۸۹ درصد در سطح زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ پی‌پی‌ام) (جدول ۲).

در رقم داراب ۱۴ همانند رقم داراب ۲، برای دو سطح زوال ۲۴ و ۴۸ ساعت با انجام پرایمینگ هورمونی افزایش درصد جوانه‌زنی مشاهده شد، به طوری که در سطح زوال ۲۴ ساعت تمام غلظت‌های هر دو هورمون اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک با تیمارهای شاهد ارقام تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. در سطح زوال ۴۸ ساعت، در رقم داراب ۱۴، غلظت‌های ۲۵ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک به ترتیب با ۹۴، ۹۴/۶۷ و ۹۳/۳۳ درصد سبب بیشترین درصد جوانه‌زنی شدند (جدول ۲).

در آزمایش اعمال تیمارهای هورمونی قبل از ایجاد

برای داراب ۲، بقیه غلظت‌های استفاده‌شده هر دو ویتامین برای هر دو رقم تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد نداشتند. در مدت زوال ۴۸ ساعت و در داراب ۲، غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک با درصد جوانه‌زنی ۹۳/۳۳، و در داراب ۱۴، غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک با درصد جوانه‌زنی ۸۰/۶۷، بهترین غلظت‌های استفاده شده بودند.

شاخص جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که از نظر شاخص جوانه‌زنی بین تیمارهای شاهد هر دو رقم اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به طوری که شاهد رقم داراب ۱۴ بیشترین میزان را داشت (۹۳/۶۷ درصد) (جدول ۲). در تیمارهای پرایم هورمونی بذور در شرایط بدون زوال، تمام غلظت‌های هر دو هورمون در رقم داراب ۱۴ سبب افزایش شاخص جوانه‌زنی بیشتری نسبت به داراب ۲ شدند (بیشترین مقدار، مربوط به غلظت‌های ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک با ۹۶/۳۳ درصد) (جدول ۲).

با اعمال غلظت‌های هورمونی بر بذور زوال‌یافته، نتایج نشان داد که پرایم با هورمون در دو سطح زوال برای هر دو رقم سبب بهبود شاخص جوانه‌زنی نسبت به شاهد‌های زوال‌یافته هر دو رقم (رقم×زوال×بدون هورمون) شد، به طوری که بهبودپذیری رقم داراب ۱۴، بسیار بهتر از رقم داراب ۲ بود، که در این میان تأثیر تمام غلظت‌های اسید جیبرلیک و غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک برای داراب ۱۴ در سطح زوال ۲۴ ساعت، در جهت بهبود زوال با تیمارهای شاهد هر دو رقم اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).

در آزمایش پرایم هورمونی قبل از ایجاد زوال، شاخص جوانه‌زنی برای داراب ۲ در هر دو سطح زوال افزایش یافته بود، و از ایجاد زوال جلوگیری شده بود. غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک با شاخص جوانه‌زنی ۸۶ درصد برای ۲۴ ساعت زوال و ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک برای ۴۸ ساعت زوال با شاخص جوانه‌زنی ۸۲ درصد بهترین غلظت‌های هورمونی بودند، اما برای داراب ۱۴، غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک برای ۲۴ ساعت زوال با شاخص جوانه‌زنی ۹۷ درصد بهترین غلظت هورمون بود که با

تیمارهای شاهد و اسید جیبرلیک ۵۰ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در سطح زوال ۴۸ ساعت برای داراب ۱۴، تأثیر غلظت‌های هورمون در جهت افزایش شاخص جوانه‌زنی و پیشگیری از زوال زیاد نبود و حتی در برخی از تیمارها هم کاهش نشان داد (جدول ۴).

اعمال تیمارهای تأثیر اسید آسکوربیک و آلفا توکوفرول قبل از فرسودگی، سبب افزایش شاخص جوانه‌زنی در بذورهای زوال‌یافته کنجد شد (Hoseinikhah *et al.*, 2013).

در آزمایشی که Tavakkol Afshari *et al.* (2009)،

در زمینه تأثیر بنیه بذور بر جوانه‌زنی دو رقم کلزای Licord و Option500 انجام دادند، با افزایش زمان فرسودگی شاخص جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد که از این نظر بین دو رقم هم تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که در تیمار هشت روز زوال شاخص جوانه‌زنی در رقم Licord از ۸۳ درصد به ۶۲ درصد و در رقم Option500 از ۷۹ درصد به ۵۹ درصد رسید.

سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی اثر متقابل سه‌گانه رقم×زوال×غلظت‌های هورمون نشان داد که بین تیمارهای شاهد هر دو رقم اختلاف معنی‌داری وجود دارد. داراب ۱۴ دارای سرعت جوانه‌زنی بیشتری بود، اما با کاربرد غلظت‌های هورمونی در شرایط عدم زوال سرعت جوانه‌زنی هر دو رقم افزایش یافت، به طوری که داراب ۱۴ در تمام سطوح غلظت‌های هورمونی بیشترین سرعت جوانه‌زنی را داشت و از این نظر برتر از رقم داراب ۲ بود (جدول ۲).

با توجه به نتایج آزمایش، هر دو سطح زوال سبب کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمارهای شاهد در هر دو رقم شد که این کاهش برای رقم داراب ۲ بیشتر بود (جدول ۲). با اعمال تیمارهای هورمونی اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بعد از ایجاد زوال، سرعت جوانه‌زنی در بیشتر تیمارهای هر دو رقم، در هر دو سطح زوال، نسبت به شاهد‌های زوال‌یافته آزمایش افزایش یافت که این افزایش در تیمارهای هورمونی رقم داراب ۱۴ بیشتر دیده شد، به طوری که غلظت‌های ۵۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک در سطح زوال ۲۴ ساعت با ۹۴/۹۶ بذور در روز بیشترین سرعت جوانه‌زنی را داشت (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم × زوال × غلظت‌های هورمون، برای شاخص‌های جوانه‌زنی بذور زوال یافته ارقام کنجد در آزمایش اعمال تیمارهای هورمون بعد از زوال بذور (بهبود زوال)

منبع تغییرات	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	بنیه ۱	بنیه ۲
داراب ۲ × بدون زوال × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد)	۹۶ ^{ab}	۸۸/۶۷ ^{bcdef}	۶۷/۰۱ ^{efghi}	۵۰/۱/۸ ^{ijkl}	۲/۵۹۱ ^{abcde}
داراب ۲ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۲۵ppm	۹۴ ^{abcd}	۸۸/۶۷ ^{bcdef}	۷۵/۸۶ ^{bcdefg}	۷۰/۵/۸ ^{bcdef}	۲/۶۹۵ ^{abc}
داراب ۲ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۰/۳۳ ^{abcd}	۸۸/۶۷ ^{bcdef}	۸۴/۶۷ ^{abcd}	۶۴۹/۲ ^{bcdefghi}	۲/۶۲۱ ^{abcde}
داراب ۲ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۹۲ ^{abcd}	۸۷/۳۳ ^{cdef}	۷۸/۹۱ ^{abcdef}	۶۹۲/۵ ^{bcdefg}	۲/۴۵۶ ^{abcde}
داراب ۲ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۹۱/۳۳ ^{abcde}	۸۳/۴۶ ^{abcde}	۶۳۶/۱ ^{cdefghi}	۲/۶۸۱ ^{abcd}
داراب ۲ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۹۶ ^{ab}	۹۲ ^{abcde}	۷۸/۹۶ ^{abcdef}	۶۰۸/۳ ^{efghij}	۲/۷۸۴ ^{abc}
داراب ۲ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۹۴ ^{abc}	۸۳/۶۴ ^{abcde}	۶۸۹/۳ ^{abcdefg}	۲/۸۵۱ ^a
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۲۴ ساعت)	۷۲/۶۷ ^{fg}	۵۸/۳۳ ^{ij}	۴۴/۸۴ ^{klmno}	۴۰۳/۱ ^{mno}	۱/۸۸۳ ^{ghijkl}
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۸۷/۳۳ ^d	۷۸ ^g	۵۶/۲۲ ^{hijklm}	۶۱۸/۶ ^{defghij}	۲/۶۷۸ ^{abcd}
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۱/۳۳ ^{abcd}	۸۰ ^g	۶۷/۶۰ ^{defgh}	۶۱۶/۳ ^{defghij}	۲/۵۶۰ ^{abcde}
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۸۷/۶۷ ^d	۷۸ ^g	۷۰/۷۰ ^{cdefgh}	۶۰۷/۹ ^{efghij}	۲/۶۳۳ ^{abcde}
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۸۸ ^{cd}	۷۸/۳۳ ^g	۵۷/۹۰ ^{hijkl}	۵۹۸/۳ ^{efghijk}	۲/۴۶۴ ^{abcde}
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۷۹/۳۳ ^{ef}	۶۹/۳۳ ^h	۵۵/۸۲ ^{hijklmn}	۵۰/۱/۳ ^{ijklm}	۲/۳۴۵ ^{cdef}
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۷۲/۶۷ ^{fg}	۶۶/۳۳ ^{hi}	۵۵/۴۸ ^{hijklmn}	۵۳۴/۴ ^{ijkl}	۲/۲۰۷ ^{efgh}
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۴۸ ساعت)	۴۲ ^k	۲۳/۶۷ ⁿ	۲۴/۶۶ ^q	۸۹/۶۳ ^r	۱/۱۴۹ ^m
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۷۰/۶۷ ^{gh}	۴۱/۶۷ ^{kl}	۳۰/۶۵ ^{opq}	۳۲۵/۷ ^{nop}	۱/۸۱۳ ^{hijkl}
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۸۹ ^{bcd}	۶۹/۳۳ ^h	۴۵/۸۸ ^{ijklmno}	۴۷۷/۹ ^{klm}	۲/۴۹۱ ^{abcde}
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۶۴/۶۷ ^{hi}	۳۶ ^{lm}	۲۷/۹۳ ^{pq}	۲۲۲/۴ ^{pq}	۱/۷۲۱ ^{ijkl}
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۵۹/۳۳ ^{ij}	۴۴/۶۷ ^k	۴۰/۶۴ ^{mnpq}	۲۷۵/۸ ^{pq}	۱/۵۰۳ ^{klm}
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۵۶/۶۷ ^j	۳۴ ^m	۲۹/۸۳ ^{opq}	۱۷۶/۷ ^{qr}	۱/۴۵۵ ^{lmn}
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۷۹/۳۳ ^{ef}	۶۲/۳۳ ^{ij}	۴۵/۶۸ ^{ijklmno}	۴۰۶/۴ ^{mno}	۲/۰۳۹ ^{efghi}
داراب ۱۴ × بدون زوال × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد)	۹۶ ^{ab}	۹۳/۶۷ ^{abc}	۸۶/۲۷ ^{abc}	۶۵۵/۷ ^{bcdefghi}	۲/۶۵۶ ^{abcd}
داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۹۵/۳۳ ^{abc}	۹۴/۶۷ ^{abc}	۹۶/۰۵ ^a	۷۶۲/۱ ^{abc}	۲/۶۶۹ ^{abcd}
داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۹۵/۳۳ ^{ab}	۹۱/۶۶ ^{ab}	۷۴۴/۳ ^{abcd}	۲/۵۶۳ ^{abcde}
داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۹۸ ^a	۹۶/۳۳ ^a	۹۲/۵۴ ^{ab}	۷۹۱/۴ ^a	۲/۶۴۵ ^{abcde}
داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۹۵/۶۷ ^{ab}	۹۰/۷۳ ^{ab}	۷۶۷/۶ ^{ab}	۲/۶۵۹ ^{abcd}
داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۹۴ ^{abcd}	۹۲/۳۳ ^{abcd}	۹۱ ^{ab}	۶۷۵ ^{bcdefgh}	۲/۷۳۴ ^{abc}
داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۹۸ ^a	۹۶/۳۳ ^a	۹۰/۳۹ ^{ab}	۷۲۰/۶ ^{abcde}	۲/۸۰۹ ^{ab}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۲۴ ساعت)	۸۰ ^e	۶۶ ^{hi}	۴۹/۸۱ ^{ijklmn}	۴۴۰/۳ ^{klmn}	۲/۲۳۷ ^{defgh}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۹۴ ^{abcd}	۸۳ ^{fg}	۶۰/۴۸ ^{ghijk}	۶۲۶/۴ ^{defghij}	۲/۸۲۳ ^{ab}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۹۵ ^{ab}	۸۸/۵۹ ^{ab}	۵۶۵/۴ ^{ghijk}	۲/۵۷۱ ^{abcde}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۹۲/۶۷ ^{abcd}	۸۵/۳۳ ^{defg}	۶۷/۵۳ ^{defgh}	۵۸۱/۶ ^{efghijk}	۲/۴۲۳ ^{abcdef}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۹۱/۶۷ ^{abcde}	۷۶/۵۳ ^{bcdefg}	۵۹۰/۹ ^{efghijk}	۲/۶۱۷ ^{abcde}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۹۲ ^{abcde}	۹۴/۹۶ ^a	۶۲۱/۳ ^{defghij}	۲/۶۷۳ ^{abcd}
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۹۳/۶۷ ^{abc}	۹۰/۳۶ ^{ab}	۶۶۱/۸ ^{cdefghi}	۲/۵۳۳ ^{abcde}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۴۸ ساعت)	۶۳/۳۳ ⁱ	۴۴/۳۳ ^k	۳۸/۸۷ ^{nopq}	۲۴۳/۵ ^{pq}	۱/۶۰۴ ^{ijkl}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۷۴/۶۷ ^{efg}	۵۶ ^z	۴۲/۲۰ ^{lmnop}	۳۱۲/۷ ^{op}	۱/۹۳۹ ^{ghij}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۴ ^{abcd}	۸۴ ^{fg}	۷۰/۵۹ ^{cdefgh}	۵۸۷/۳ ^{efghijk}	۲/۵۶۲ ^{abcde}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۹۳/۳۳ ^{abcd}	۸۳/۳۳ ^{fg}	۶۲/۵۴ ^{efghij}	۵۴۶/۶ ^{efghijk}	۲/۳۷۸ ^{bcdef}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۸۴/۶۷ ^{efg}	۶۲/۱۳ ^{efghij}	۵۵۲/۹ ^{hijkl}	۲/۴۶۵ ^{abcde}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۸۹ ^{bcd}	۸۰ ^g	۶۱/۱۹ ^{ghijk}	۶۴۹/۲ ^{bcdefghi}	۲/۶۵۱ ^{abcd}
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۸۹/۳۳ ^{bcd}	۸۲/۶۷ ^{fg}	۶۳/۱۵ ^{efghi}	۵۷۵/۷ ^{efghijk}	۲/۳۹۵ ^{bcdef}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن است.

جدول ۳. تجزیه واریانس تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون‌های اسید سالیسیلیک و جیبرلین بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی بذور زوال‌یافته ارقام کنجد در آزمایش اعمال تیمارهای هورمون قبل از زوال بذور (پیشگیری از زوال)

منابع تغییرات	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی (%)	شاخص جوانه‌زنی وزنی	سرعت جوانه‌زنی	بنیه ۱	بنیه ۲
رقم	۱	۳۳/۵۳۳ ^{ns}	۴۸/۲۸۶*	۲۰۳۸/۶۲۳**	۶۷۷۸۸/۰۸۹**	۰/۱۲۰ ^{ns}
زوال	۲	۱۱۷۳۲/۴۸۴**	۲۳۱۴۵/۶۲۷**	۲۲۷۳۱/۳۸۳**	۲۰۷۹۲۰۹/۷۹۹**	۷/۴۳۲**
غلظت هورمون	۶	۴۱۶/۶۱۱**	۶۳۸/۶۱۹**	۵۹۹/۵۸۵**	۶۹۴۴۵/۲۷۸**	۰/۵۰۸**
رقم × زوال	۲	۴۳۸/۵۷۹**	۶۴۶/۹۲۹**	۵۴۲/۴۹۷**	۵۹۶۷۰/۲۷۰**	۰/۴۸۴**
رقم × غلظت هورمون	۶	۲۴۶/۴۹۵**	۲۲۳/۴۷۱**	۱۷۲/۲۸۴**	۱۸۹۴۱/۷۰۵**	۰/۲۹۶**
زوال × غلظت هورمون	۱۲	۱۹۶/۲۰۶**	۲۰۰/۸۷۷**	۱۴۲/۶۳۵**	۱۹۹۴۱/۲۲۱**	۰/۱۵۸**
رقم × زوال × غلظت هورمون	۱۲	۳۴۶/۱۵۳**	۳۹۳/۷۵۳**	۲۵۷/۴۱۹**	۳۴۰۵۳/۲۶۱**	۰/۲۸۵**
خطا	۸۴	۱۳/۱۶۷	۸/۳۸۱	۱۳/۲۸۰	۲۸۶۶/۹۴۸	۰/۰۳۲
ضریب تغییرات (%)	-	۴/۳۷	۳/۹۴	۵/۸۰	۱۰/۷۶	۷/۶۹

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری؛ معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

همچنین گزارش کردند که از دست رفتن سلامت غشا سبب کاهش قابلیت حیات بذور می‌شود.

شاخص بنیه ۱

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه نشان داد که شاخص بنیه ۱ در تیمار شاهد رقم داراب ۱۴، نسبت به تیمار شاهد رقم داراب ۲ بیشتر بود. با کاربرد غلظت‌های هورمونی در شرایط عدم زوال، بنیه ۱ در هر دو رقم افزایش یافت (جدول ۲).

با توجه به نتایج آزمایش، هر دو سطح زوال سبب کاهش معنی‌دار شاخص بنیه ۱ نسبت به تیمارهای شاهد و شاهد‌های هر دو هورمون در هر دو رقم شد که این کاهش برای رقم داراب ۲ بیشتر بود (جدول ۲). با اعمال تیمارهای اسیدجیبرلیک و اسید سالیسیلیک بعد از زوال، شاخص بنیه ۱ در بیشتر تیمارهای هر دو رقم، در هر دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت زوال، نسبت به شاهد‌های زوال آزمایش افزایش یافت (جدول ۲).

در آزمایش پرایم هورمونی قبل از ایجاد زوال شاخص بنیه ۱ برای رقم داراب ۲ در هر دو سطح زوال، با کاربرد هورمون، نسبت به شاهد‌های هر دو سطح زوال افزایش یافت، اما برای رقم داراب ۱۴، فقط در زمان ۲۴ ساعت زوال، کاربرد غلظت‌های هورمون سبب افزایش شاخص بنیه ۱ در مقایسه با شاهد زوال‌یافته شد. اما در زمان ۴۸ ساعت زوال، کاربرد غلظت‌های هورمون، به کاهش شاخص بنیه ۱ منجر شد (به‌جز غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک) (جدول ۴).

در آزمایش پرایم هورمونی قبل از ایجاد زوال، نتایج متفاوت‌تری به‌دست آمد. در این آزمایش سرعت جوانه‌زنی برای رقم داراب ۲ در هر دو سطح زوال، با کاربرد هورمون، نسبت به شاهد‌های هر دو سطح زوال‌یافته افزایش یافت. اما برای رقم داراب ۱۴، فقط در زمان ۲۴ ساعت زوال، کاربرد غلظت‌های هورمون سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد زوال‌یافته شد. در زمان ۴۸ ساعت زوال، کاربرد غلظت‌های هورمونی نه‌تنها سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی نشد، بلکه کاهش سرعت هم دیده شد. غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک در ۲۴ ساعت زوال با سرعت جوانه‌زنی ۹۰/۴۰ بذر در روز برای داراب ۱۴ بیشترین میزان را داشت (جدول ۴).

افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی احتمالاً به‌دلیل وقفه‌ای است که در شروع جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده‌شده ایجاد می‌شود. علت احتمالی وقفه ایجادشده این است که بذر برای ترمیم خسارت‌های واردشده به غشا و دیگر قسمت‌های سلول و همچنین آغاز مجدد سیستم آنتی‌اکسیدانتی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو به زمان نیاز دارد و ترمیم این خسارت‌ها فقط پس از پرایمینگ امکان‌پذیر است، بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل فرایند جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی یا کاهش سرعت جوانه‌زنی است (Bailly et al., 2000).

Krishtan et al. (2004)، علت کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور تحت شرایط حرارت و رطوبت زیاد را از دست رفتن قابلیت حیات بذر دانسته‌اند. آنها

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم × زوال × غلظت‌های هورمون، برای شاخص‌های جوانه‌زنی بذور زوال‌یافته ارقام کنجد در آزمایش اعمال تیمارهای هورمون قبل از زوال بذور (پیشگیری از زوال)

درصد جوانه‌زنی شاخص جوانه‌زنی سرعت جوانه‌زنی					منبع تغییرات
بنیه ۲	بنیه ۱				
۲/۵۹۱ ^{abcdefg}	۵۰/۱۸ ^{hij}	۶۷/۰۱ ^{gh}	۸۸/۶۷ ^{cdefg}	۹۶ ^{abc}	داراب ۲ × بدون زوال × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد)
۲/۶۹۵ ^{abcde}	۷۰۵/۸ ^{abcde}	۷۵/۸۶ ^{ef}	۸۸/۶۷ ^{cdefg}	۹۴ ^{abc}	داراب ۲ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۲۵ppm
۲/۶۲۱ ^{abcdef}	۶۴۹/۳ ^{bcdefg}	۸۴/۶۸ ^{bcd}	۸۸/۶۷ ^{cdefg}	۹۰/۳۳ ^{abcd}	داراب ۲ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm
۲/۴۵۶ ^{abcdefg}	۶۹۲/۵ ^{abcdef}	۷۸/۹۱ ^{def}	۸۷/۳۳ ^{cdefg}	۹۲ ^{abc}	داراب ۲ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm
۲/۶۸۱ ^{abcde}	۶۳۶/۱ ^{bcdefg}	۸۳/۴۶ ^{bcd}	۹۱/۳۳ ^{abcdef}	۹۴/۶۷ ^{abc}	داراب ۲ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm
۲/۷۴۸ ^{abc}	۶۰۸/۳ ^{cdefgh}	۷۸/۹۶ ^{def}	۹۲ ^{abcdef}	۹۶ ^{abc}	داراب ۲ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm
۲/۸۵۱ ^a	۶۸۹/۳ ^{abcdef}	۸۳/۶۴ ^{bcd}	۹۴ ^{abcd}	۹۷/۳۳ ^{ab}	داراب ۲ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm
۱/۸۸۳ ^{hijk}	۴۰۳/۱ ^{ijkl}	۴۴/۸۴ ^{lm}	۵۸/۳۳ ^{no}	۷۲/۶۷ ^{gh}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۲۴ ساعت)
۲/۳۶۳ ^{bcdefg}	۵۳۲/۳ ^{ghij}	۶۲/۹۳ ^{hi}	۷۹/۶۷ ^{hijkl}	۸۸/۶۷ ^{bcd}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm
۲/۱۹۳ ^{efghi}	۵۲۹/۷ ^{ghij}	۵۴/۹۶ ^{ijk}	۷۸/۳۳ ^{ijkl}	۹۱/۳۳ ^{abc}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm
۲/۴۴۳ ^{abcdefg}	۳۲۳/۳ ^{klm}	۵۴/۲۹ ^{jk}	۷۵ ^{kl}	۸۷/۳۳ ^{cde}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm
۲/۶۹۴ ^{abcde}	۶۵۳/۷ ^{bcdefg}	۶۵/۳۴ ^{gh}	۸۵/۶۷ ^{fghi}	۹۴ ^{abc}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm
۲/۴۹۷ ^{abcdefg}	۵۲۸/۴ ^{ghij}	۵۵/۹۹ ^{ijk}	۷۹ ^{ijkl}	۹۱/۳۳ ^{abc}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm
۲/۴۳۵ ^{abcdefg}	۶۰۱/۳ ^{defgh}	۷۲/۶۸ ^{fg}	۸۶ ^{fgh}	۹۱/۳۳ ^{abc}	داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm
۱/۱۴۹ ⁿ	۸۹/۶۳ ^p	۲۴/۶۶ ^p	۲۳/۶۷ ^q	۴۲ ^l	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۴۸ ساعت)
۱/۶۶۱ ^{kl}	۱۸۲/۸ ^{nop}	۳۴/۲۷ ^o	۳۹ ^{rs}	۵۵/۳۳ ^{jk}	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm
۲/۷۹۹ ^{abc}	۵۶۶/۷ ^{fghi}	۵۸/۶۴ ^{hij}	۸۲ ^{ghij}	۹۳/۳۳ ^{abc}	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm
۱/۸۴۳ ^{ijkl}	۱۵۰/۹ ^{op}	۳۴/۴۲ ^o	۴۰/۳۳ ^{rs}	۶۰/۶۷ ^{ij}	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm
۲/۴۸۸ ^{abcdefg}	۳۴۹/۱ ^{klm}	۴۲/۶۱ ^{lmno}	۶۳/۳۳ ^{mn}	۸۲ ^{def}	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm
۲/۳۰۵ ^{defgh}	۳۱۰/۷ ^{lm}	۴۱/۲۷ ^{lmno}	۵۹/۶۷ ^{mno}	۷۸/۶۷ ^{fg}	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm
۱/۷۶۱ ^{ijkl}	۲۵۶/۱ ^{mno}	۳۵/۷۴ ^{no}	۵۰ ^{pq}	۶۶ ^{hi}	داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm
۲/۶۵۶ ^{abcdefg}	۶۵۵/۷ ^{bcdefg}	۸۶/۲۷ ^{bcd}	۹۳/۶۷ ^{abcde}	۹۶ ^{abc}	داراب ۱۴ × بدون زوال × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد)
۲/۶۶۹ ^{abcde}	۷۶۲/۱ ^{ab}	۹۶/۰۵ ^a	۹۴/۶۷ ^{abc}	۹۵/۳۳ ^{abc}	داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm
۲/۵۶۳ ^{abcdefg}	۷۴۴/۳ ^{abc}	۹۱/۶۶ ^{ab}	۹۵/۳۳ ^{abc}	۹۷/۳۳ ^{ab}	داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm
۲/۶۴۵ ^{abcdefg}	۷۹۱/۴ ^a	۹۲/۵۴ ^{ab}	۹۶/۳۳ ^{ab}	۹۸ ^{ab}	داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm
۲/۶۵۹ ^{abcdefg}	۷۶۷/۶ ^{ab}	۹۰/۷۲ ^{ab}	۹۵/۶۷ ^{abc}	۹۷/۳۳ ^{ab}	داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm
۲/۷۳۴ ^{abcd}	۶۷۵ ^{abcdef}	۹۱ ^{ab}	۹۲/۳۳ ^{abcdef}	۹۴ ^{abc}	داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm
۲/۸۰۹ ^{ab}	۷۲۰/۶ ^{abcd}	۹۰/۳۹ ^{abc}	۹۶/۳۳ ^{ab}	۹۸ ^{ab}	داراب ۱۴ × بدون زوال × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm
۲/۲۳۷ ^{efghi}	۴۴۰/۳ ^{ijkl}	۴۹/۸۱ ^{kl}	۶۶ ^m	۸۰ ^{efg}	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۲۴ ساعت)
۲/۶۲۰ ^{abcdef}	۶۶۳/۵ ^{abcdefg}	۷۷/۰۲ ^{ef}	۸۶/۶۷ ^{efg}	۹۱/۳۳ ^{abc}	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm
۲/۵۰۰ ^{abcdefg}	۷۱۳/۶ ^{abcd}	۹۰/۴۰ ^{abc}	۹۷ ^a	۹۸/۶۷ ^a	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm
۲/۳۲۹ ^{cdefg}	۵۷۰/۱ ^{efghi}	۶۳/۱۷ ^{hi}	۸۱/۶۷ ^{ghijk}	۹۰/۶۷ ^{abc}	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm
۲/۵۳۹ ^{abcdefg}	۴۹۲/۳ ^{hij}	۴۹/۹۳ ^{kl}	۷۴/۶۷ ^l	۸۸/۶۷ ^{bcd}	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm
۲/۵۴۶ ^{abcdefg}	۶۱۵/۹ ^{cdefgh}	۸۳/۷۳ ^{bcde}	۹۳/۳۳ ^{abcde}	۹۶/۶۷ ^{abc}	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm
۲/۵۰۲ ^{abcdefg}	۷۰۱/۳ ^{abcdef}	۸۱/۶۰ ^{cde}	۸۹/۳۳ ^{bcdef}	۹۲/۶۷ ^{abc}	داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm
۱/۶۰۴ ^{klm}	۲۴۳/۵ ^{mno}	۳۸/۸۷ ^{mno}	۴۴/۳۳ ^{op}	۶۳/۳۳ ^{ij}	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × بدون غلظت‌های هورمون (شاهد زوال ۴۸ ساعت)
۱/۶۸۳ ^{kl}	۲۵۵/۶ ^{mno}	۴۴/۰۹ ^{lmn}	۴۷ ^q	۶۰ ^{ij}	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm
۱/۱۹۷ ^{mn}	۱۳۷/۳ ^{op}	۳۴/۳۱ ^o	۳۰ ^t	۴۲/۶۷ ^l	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm
۱/۵۶۷ ^{klm}	۱۶۳/۳ ^{nop}	۳۴/۲۹ ^o	۳۵/۳۳ st	۵۱/۳۳ ^k	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm
۲/۲۴۷ ^{efghi}	۴۰۴/۵ ^{ijkl}	۳۹/۵۵ ^{mno}	۵۶/۳۳ ^{op}	۸۰ ^{efg}	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm
۱/۴۴۱ ^{lmn}	۱۳۶/۵ ^{op}	۳۸/۳۰ ^{mno}	۳۵/۳۳ st	۴۸/۶۷ ^{kl}	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm
۲/۱۵۴ ^{efgh}	۲۸۰/۵ ^{lmn}	۴۰/۴۱ ^{mno}	۵۵/۳۳ ^{op}	۷۲/۶۷ ^{gh}	داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن است.

شاخص بنیه ۲

نتایج مقایسه میانگین‌های شاخص بنیه ۲ نشان داد که زوال در هر دو سطح موجب کاهش شاخص بنیه ۲ در ارقام شد. رقم داراب ۲ کاهش بیشتری نشان داد (جدول ۲)، اما پرایم کردن بذور زوال‌یافته با هورمون سبب کاهش اثر منفی زوال شد، به طوری که بذور پرایم‌شده در هر دو شرایط (اعمال هورمون قبل از زوال و بعد از زوال) سبب افزایش شاخص بنیه ۲ نسبت به بذور زوال‌یافته شد. این افزایش در آزمایش اعمال هورمون بعد از زوال بذور، برای رقم داراب ۲ در سطح زوال ۲۴ ساعت در تمام غلظت‌های اسید سالیسیلیک و غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک، و تمام غلظت‌های هر دو هورمون برای رقم داراب ۱۴ مشاهده شد که با تیمارهای شاهد ارقام اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. در سطح زوال ۴۸ ساعت، بیشترین افزایش شاخص بنیه ۲ در رقم داراب ۲ از غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک (۲/۴۹۱)، و برای داراب ۱۴، از غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک به ترتیب با مقادیر ۲/۵۶۲، ۲/۴۶۵ و ۲/۶۵۱ به دست آمد که تیمارهای شاهد ارقام اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۲).

در آزمایش اعمال غلظت‌های هورمون قبل از زوال و در سطح زوال ۲۴ ساعت، افزایش شاخص بنیه ۲ در تمام غلظت‌های اسید جیبرلیک و غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک برای رقم داراب ۲، و تمام غلظت‌های هر دو هورمون به جز غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک برای رقم داراب ۱۴ به دست آمد (جدول ۴). در سطح زوال ۴۸ ساعت، بیشترین افزایش شاخص بنیه ۲ در رقم داراب ۲، از غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک (۲/۷۹۹) به دست آمد. در رقم داراب ۱۴، غلظت‌های ۲۵ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک و ۲۵ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک بهتر از سایر تیمارهای هر دو هورمون در سطح زوال ۴۸ ساعت بودند (جدول ۴).

کاهش شاخص بنیه ۱ و ۲ گیاهچه ناشی از کاهش اجزای آن یعنی درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک است که هر سه در شرایط زوال کاهش یافتند. نتایج به دست آمده از پرایمینگ هورمونی بذور هویج با

جیبرلین و اسید سالیسیلیک نیز نشان داد که این دو هورمون بر درصد سبز شدن، بنیه و طول ریشه و ساقه تأثیر مثبت داشته‌اند (Eisvand *et al.*, 2011).

بنابر گزارش Hoseinikhah *et al.* (2013)، اعمال تیمارهای آلفاتوکوفرول و اسید آسکوربیک در بذورهای کنجد زوال‌یافته داراب ۲ و ۱۴ در مدت زوال ۲۴ و ۴۸ ساعت و در دو شرایط پیش‌تیمار و تیمار پس از زوال سبب بهبود درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک شد که به افزایش شاخص‌های بنیه ۱ و ۲ انجامید، به طوری که در مدت فرسودگی ۴۸ ساعت و در داراب ۲ غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک با شاخص‌های بنیه ۱ و ۲ به ترتیب ۶۴۵/۸ و ۲/۴۲۷، و در داراب ۱۴ غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک با شاخص‌های بنیه ۱ و ۲ به ترتیب با ۴/۴ و ۴۰۴ و ۵۵۲/۳۱۳ بهترین غلظت‌های استفاده شده بودند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این آزمایش، پیری کنترل‌شده در این ارقام کنجد، به کاهش معنی‌دار صفات جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد منجر شد که این کاهش برای رقم داراب ۲ بیشتر بود و رقم داراب ۱۴ مقاومت بیشتری به زوال از خود نشان داد. از طرف دیگر پرایم کردن بذور ارقام زوال‌یافته با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و جیبرلیک سبب بهبود صفات مورد بررسی در این ارقام شد. غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک یکی از بهترین غلظت‌های استفاده شده در این آزمایش بود.

از بین روش‌های اعمال پرایم هورمونی (اعمال هورمون بعد از زوال و قبل از زوال)، با توجه به نتایج درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی، در رقم داراب ۲، تمام غلظت‌های اسید جیبرلیک در سطح زوال ۲۴ ساعت، و غلظت‌های ۵۰ پی‌پی‌ام اسید سالیسیلیک، ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام اسید جیبرلیک در سطح زوال ۴۸ ساعت در آزمایش تیمارهای هورمون قبل از زوال بهتر بودند، اما در رقم داراب ۱۴، در هر دو سطح زوال، صفات بررسی شده به روش تیمارهای هورمونی بعد از زوال پاسخ بهتری دادند (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه دو آزمایش تیمار هورمون بعد از زوال و تیمار هورمون قبل از زوال بذور برای درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور ارقام کنجد

تیمارهای آزمایشی		تیمار هورمون بعد از زوال بذور		تیمار هورمون قبل از زوال بذور	
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۸۷/۳۳ ^d	۵۶/۳۲ ^{hijklm}	۸۸/۶۷ ^{bcd}	۶۲/۹۳ ^{hi}	
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۱/۳۳ ^{abcd}	۶۷/۶۰ ^{defgh}	۹۱/۳۳ ^{abc}	۵۴/۹۶ ^{ijk}	
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۸۷/۶۷ ^d	۷۰/۷۰ ^{cdefgh}	۸۷/۳۳ ^{cde}	۵۴/۲۹ ^{jk}	
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۸۸ ^{cd}	۵۷/۹۰ ^{hijkl}	۹۴ ^{abc}	۶۵/۳۴ ^{gh}	
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۷۹/۳۳ ^{ef}	۵۵/۸۲ ^{hijklmn}	۹۱/۳۳ ^{abc}	۵۵/۹۹ ^{ijk}	
داراب ۲ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۷۲/۶۷ ^{fg}	۵۵/۴۸ ^{hijklmn}	۹۱/۳۳ ^{abc}	۷۲/۶۸ ^{fg}	
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۷۰/۶۷ ^{gh}	۳۰/۶۵ ^{opq}	۵۵/۳۳ ^{jk}	۳۴/۲۷ ^o	
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۸۹ ^{bcd}	۴۵/۸۸ ^{ijklmno}	۹۳/۳۳ ^{abc}	۵۸/۶۳ ^{hij}	
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۶۴/۶۷ ^{hi}	۲۷/۹۲ ^{pq}	۶۰/۶۷ ^{ij}	۳۴/۴۲ ^o	
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۵۹/۳۳ ^{ij}	۴۰/۶۴ ^{mnpq}	۸۲ ^{def}	۴۲/۶۱ ^{lmno}	
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۵۶/۶۷ ^j	۲۹/۸۳ ^{opq}	۷۸/۶۷ ^{fg}	۴۱/۲۷ ^{lmno}	
داراب ۲ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۷۹/۳۳ ^{ef}	۴۵/۶۸ ^{ijklmno}	۶۶ ^{hi}	۳۵/۷۴ ^{no}	
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۹۴ ^{abcd}	۶۰/۴۸ ^{ghijk}	۹۱/۳۳ ^{abc}	۷۷/۰۳ ^{ef}	
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۸۸/۵۹ ^{ab}	۹۸/۶۷ ^a	۹۰/۴۰ ^{abc}	
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۹۲/۶۷ ^{abcd}	۶۷/۵۳ ^{defgh}	۹۰/۶۷ ^{abc}	۶۳/۱۷ ^{hi}	
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۹۷/۳۳ ^a	۷۶/۵۳ ^{bcdefg}	۸۸/۶۷ ^{bcd}	۴۹/۹۳ ^{kl}	
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۹۴/۹۶ ^a	۹۶/۶۷ ^{abc}	۸۳/۷۳ ^{bcde}	
داراب ۱۴ × زوال ۲۴ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۹۰/۳۶ ^{ab}	۹۲/۶۷ ^{abc}	۸۱/۶۰ ^{cde}	
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۲۵ ppm	۷۴/۶۷ ^{efg}	۴۲/۲۰ ^{lmnop}	۶۰ ^{ij}	۴۴/۰۹ ^{lmn}	
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۵۰ ppm	۹۴ ^{abcd}	۷۰/۵۹ ^{cdefgh}	۴۲/۶۷ ^j	۳۴/۳۱ ^o	
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید سالیسیلیک ۱۰۰ ppm	۹۳/۳۳ ^a ^{bcd}	۶۲/۵۴ ^{efghij}	۵۱/۳۳ ^k	۳۴/۲۹ ^o	
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۲۵ ppm	۹۴/۶۷ ^{abcd}	۶۲/۱۳ ^{efghij}	۸۰ ^{efg}	۳۹/۵۵ ^{mno}	
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۵۰ ppm	۸۹ ^{bcd}	۶۱/۱۹ ^{ghijk}	۴۸/۶۷ ^{kl}	۳۸/۳۰ ^{mno}	
داراب ۱۴ × زوال ۴۸ ساعت × اسید جیبرلیک ۱۰۰ ppm	۸۹/۳۳ ^{bcd}	۶۳/۱۵ ^{efghi}	۷۲/۶۷ ^{gh}	۴۰/۴۱ ^{mno}	

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن است.

REFERENCES

- Ajouri, A., Asgedum, H. & Becker, M. (2004). Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *J. Plant Nutr. Soil Science*, 167, 630-636.
- Arteca, N. R. (1995). *Plant growth substances: principles and applications*. Springer, 352P.
- Ashraf, M. & Foolad, M. R. (2005). Presowing seed treatment, a shot gun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88, 223-271.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. & Come, D. (2000). Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. *Seed Science Research*, 10, 35-42.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. & Come, D. (1998). Free radical scavenging as affected by accelerated ageing and subsequent priming in sunflower seeds. *Physiology Planta*, 104, 646-652.
- Basra, S. M. A., Farooq, M. & Tabassum, R. (2005). Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Science Technology*, 33, 623-628.
- Best, B. (2007). *Mechanism of aging*. www.benbest.com/lifeext/aging.html.
- Carpenter, W.J. & Boucher, J. F. (1991). Priming improves high-temperature germination of pansy seed. *Horticulture Science*, 26, 541-544.
- Dahal, P., Bradford, K. J. & Jones, R. A. (1990). Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. *Journal Experiment Botanic*, 41 (232), 1441-1453.
- Dat, J. F., Foyer, C. H., & Scott, I. M. (1998). Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermotolerance in mustard seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 118, 1455-1461.
- Eisvand, H. R., Shahrosvand, S., Zahedi, B., Heidari, S. & Afroughe, Sh. (2011). Effects of hydropriming and hormonal priming by gibberellin and salicylic acid on seed and seedling quality of carrot (*Daucus carota* var. sativus). *Iranian Journal of Plant Physiology*, 1, 233-239.

12. Eisvand, H. R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Maddah Arefi, H. & Hesamzadeh Hejazi, S. M. (2010). Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host). *Journal Seed Science and Technology*, 38, 280-297.
13. Farooq, M., Aziz, T., Basra, S. M. A., Cheema, M. A. & Rehman, H. (2008b). Chilling tolerance in hybrid maize induced by seed priming with salicylic acid. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194, 161-168.
14. Giri, G. S. & Schilinger, W. F. (2003). Seed priming winter wheat for germination, emergence and yield. *Crop Science*, 43, 2135-2141.
15. Goel, A. & Sheoran, I. S. (2003). Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes in cotton seeds under natural aging. *Biologia Plantarum*, 46(3), 429- 434.
16. Hampton, J. G. & Tekrony, D. M. (1995). *Handbook of Vigor testing Method*. (3rd Edition). Translated by M, Dehghan Shoar, A., Hamidi and S. Mobasser. 117-130. (In Farsi).
17. Hoseinikhah, F. S., Parsa, S., Tavakkol Afshari, R. & Esmaeili, A. (2013). Effect of ascorbic acid (Vitamin C) and alpha-tocopherol (Vitamin E) on seed deterioration process of two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. *Seed and Plant Production Journal*, 2, 83-100.
18. International rules for seed testing. (2010). International seed testing association, Zurich, Switzerland.
19. Kochhar, S. P. (2002). Sesame, rice-bran and flaxseed oils. P. 297-326. In: F.D. Gunstone (ed) Vegetable oils in food technology: *Composition, properties and uses*. Blackwekk Publishing Ltd.
20. Krishnan, P., Nagarajan, S. & Moharir, A.V. (2004). Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerate aging conditions. *Biosystems Engineering*, 89, 425-433.
21. Langham, D.R. & Wiemers, T. (2002). Progress in mechanizing sesame in the US through breeding. In: J.Janick, and A. Whipkey (ed) Trends in new crops and new uses. ASHS Press. P. 157-173.
22. Larson, R. A. (1997). Naturally Occurring Antioxidants. Lewis Publ., Boca Raton.
23. Lehner, A., Mamadou, N., Poels, P., Come, D., Bailly, C. & Corbineau, F. (2008). Change in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in the embryo during aging in wheat grains. *Journal of Cereal Science*, 47(3), 555-565.
24. Matthews, S. (1980). Controlled deterioration: a new vigor test crop seeds. In: *Seed Production*, P.D. Hebblethwaite (ed) Butterworths, London, pp. 647-660.
25. McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration physiology, repair, and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
26. Pill, W. C., Evans, T. A. & Krishnan, P. (1994). Priming improves germination and emergence of combine-harvested *Amaranthus cruentus* L. seeds. *Hort. Sci*, 29(6), 655-658.
27. Siadat, A., Moosavi, S. A., Sharafi Zadeh, M., Fotouhi, F. & Zirezadeh, M. (2011). Effects of halo and phytohormone seed priming on germination and seedling growth of maize under different duration of accelerated ageing treatment. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 6453-6462.
28. Singh, B., Usha, K. (2003). Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Kluwer Academic Publishers*. Netherlands. 39, 137-141.
29. Smith, M. T. & P. Berjak. (1995). Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation tolerance and desiccation sensitive seeds. Pp, 701-746. In: Kigel, J. and G. Galili. (eds). Seed development and germination. Marcel Dekker. New York.
30. Tasing, E., Atic, O. & Nalbantoglu, B. (2003). Effect of salicylic acid on freezing tolerance in winter wheat leaves. *Plant Growth Regulation*, 41, 231-236.
31. Tavakol Afshari, R., Rashidi, S. & Alizadeh, H. (2009). Effects of seed aging on germination characteristics and on catalase and peroxidase activities in two canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal Field Crop Science*, 40 (2), 125-133.
32. Van Pijlen, J. C., Kraak, H. L. R., Bino, J. & De Vose, C. H. R. (1995). Effects of ageing and osmopriming on germination characteristics and chromosome aberrations of tomato (*Lycopersicum esculantum* Mill.) seeds. *Seed Science Technology*, 29, 823-830.
33. Walker-Simmons, M. K. & Sasing, J. (1990). Temperature effects on embryonic abscisic acid levels during development of wheat grain dormancy. *Journal of Plant Growth Regulation*, 9, 51-56.