اثر جیبرلین و سیتوکینین بر بهبود صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر زوال یافته ارقام ذرت

(*Zea mays* L.)

سعیده رشیدی[۱]، حمید عباس‌دخت*[۲]، احمد غلامی[۳] و رضا توکل‌افشاری[۴]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
۲و۳) دانشیار گروه زراعت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.
۴) استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

* نویسنده مسئول: **habbasdokht@yahoo.com**

این مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۵/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲**

چکیده

این تحقیق به‌منظور تعیین اثر هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین بر بهبود صفات جوانه‌زنی ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت صورت گرفت. آزمایش در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران انجام گرفت. ارقام ذرت مورد استفاده شامل رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و رقم هیبرید سینگل کراس ۲۶۰ بودند. آزمون جوانه زنی استاندارد به‌منظور تعیین قوه نامیه دو رقم بذر ذرت به‌صورت کاملاً تصادفی انجام شد. رقم ۷۰۴ نسبت به رقم ۲۶۰ شاخص‌های جوانه‌زنی بالاتری را نشان داد. سپس بذرها به‌منظور ایجاد بنیه‌های متفاوت تحت آزمون پیری زودرس در زمان‌های ۱۵ و ۱۰،۵ روز و پس از آزمون پیری زودرس اثر غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین و جیبرلین بر بذرهای زوال یافته ارقام ذرت به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در کلیه آزمایشات صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل نشان داد که پیری یا زوال بذر سبب کاهش درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه می‌شود. تحت تیمارهای پیری زودرس تفاوت بین ارقام معنی‌دار بود. در رقم ۷۰۴ صفات اندازه‌گیری شده تحت تیمارهای پیری زودرس کاهش کم‌تری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد. تیمار بذرهای زوال یافته با هورمون‌های جیبرلین و سیتوکینین سبب بهبود صفات اندازه‌گیری گردید. اثر غلظت‌های بالاتر هورمون در تیمارهای طولانی مدت پیری بسیار چشمگیر بود. افزایش غلظت هورمون‌ها از ۵۰ میکرومول به ۱۵۰ میکرومول سبب بهبود صفات اندازه‌گیری شد.

واژه‌های کلیدی: جیبرلین، پیری زودرس، سیتوکینین و جوانه‌زنی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی از تیره گندمیان و از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است. این محصول از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و طیور است. گیاه ذرت در سال ۲۰۱۲ در بین غلات از نظر عملکرد و میزان تولید در دنیا مقام اول و از نظر سطح زیر کشت مقام دوم را پس از گندم داشت (FAO, 2012). یکی از عوامل مهم در رشد و عملکرد گیاه ذرت مانند سایر محصولات زراعی استقرار مناسب می‌باشد. به‌طوری‌که عدم استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در اراضی زراعی از مشکلات مهم کشاورزی است و باعث افزایش میزان مصرف بذر در واحد سطح و کاهش تراکم می‌گردد و بدین ترتیب عملکرد اقتصادی در واحد سطح را کاهش می‌دهد،که برایند این اتفاقات افزایش هزینه تولید و کاهش درآمد کشاورز می‌باشد (عنایتی و همکاران، ۱۳۹۳). استقرار مطلوب بذر تحت اثر کیفیت بذر به‌ویژه قدرت یا بنیه بذر، قوه نامیه و ظرفیت جوانه‌زنی است (Macddonald *et al*., 2004; Kapoor *et al*., 2010; Seiadat *et al*., 2012). عوامل کاهش دهنده کیفیت بذر مانع استقرار مناسب گیاهچه‌های ذرت در شرایط مزرعه‌ای خواهند شد که فرسودگی بذور به‌هنگام نگهداری آن‌ها در انبار از پدیده‌های رایج است (Macddonald *et al*., 2004). هرچه شرایط نگهداری بذور از نظر رطوبت و دما نامناسب‌تر باشد شدت فرسودگی بیش‌تر خواهد بود (Ellias *et al*., 2006). نتایج مختلف حاکی از آن است که تیمارهای مختلف پیری سبب کاهش در شاخص جوانه‌زنی می‌شود (Ansari and Sharifzadeh, 2013). آزمون بنیه بذر آزمون پیری تسریع شده است که در ابتدا برای تعیین طول عمر بذر برای ذخیره کردن استفاده می‌شد ولی بعداً به‌عنوان شاخصی برای تعیین قدرت بذر استفاده شد (Moradi and younesi, 2009). Basra و همکاران (۲۰۰۳) تحقیقی در رابطه با ارزیابی زوال بذرهای پنبه پس از پیری زودرس انجام دادند بذرها در درجه حرارت ۴۱ درجه سانتی-گراد و رطوبت نسبی۹۵-۹۰ درصد برای زمان‌های متفاوت ۲۰،۱۵،۱۰،۷،۵،۳،۲،۱ روز قرارگرفتند. آن‌ها گزارش کردند که صفات جوانه‌زنی بذرها تحت اثر تیمار پیری زودرس قرار گرفت، به‌طوری‌که درصد جوانه‌زنی بذرها از ۹۳ درصد در شرایط کنترل به صفر درصد در تیمار۲۰ روز پیری کاهش یافت. هم‌چنین وزن تر گیاه‌چه و طول گیاه‌چه نیز نسبت به تیمار شاهد کاهش قابل توجهی نشان داد. 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 غیر فعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (Lehner *et al*., 2008) . توکل افشاری و همکاران (۱۳۸۷) در زمینهٔ اثر بنیه بذر بر جوانه‌زنی دو رقم کلزای Licord , Option500 آزمایشی نجام دادند. با افزایش زمان فرسودگی شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد که از این نظر بین دو رقم هم تفاوت معنی‌داری وجود داشت. کاهش سرعت جوانه‌زنی احتمالاً به دلیل وقفه‌ای است که در شروع جوانه‌زنی در بذرهای فرسوده شده ایجاد می‌شود. علت احتمالی وقفهٔ ایجاد شده این است که بذر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

برای ترمیم خسارت‌های وارد شده به غشاء 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 کاهش سرعت جوانه‌زنی است (Bailly *et al*., 2000). Verma و همکاران (۲۰۰۳) در مطالعه بر روی بذرهای زوال یافته کلزا گزارش کردند که در اثر زوال بذر درصد جوانه‌زنی، طول گیاه‌چه، سرعت جوانه‌زنی، عملکرد بذر، بنیه بذر، میزان تنفس، درصد و محتوی پروتئین کل کاهش یافت.

هدایت الکتریکی عصاره نیز با طولانی شدن زوال بذر افزایش یافت. آن‌ها هم‌چنین نتیجه گرفتند که درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه، میزان تنفس، محتوای روغن و پروتئین کل به‌طور معنی‌داری با سرعت ظهور و درصد استقرار گیاه‌چه همبستگی مثبت دارد ولی هدایت الکتریکی با درصد و سرعت استقرار گیاه‌چه همبستگی منفی داشت. Azadi و همکاران (۲۰۱۳) آزمون پیری زودرس را بر روی بذرهای سورگوم انجام دادند و بذرها را به مدت ۳ روز و ۶ روز تحت تیمار پیری زودرس قرار دادند، نتایج نشان داد که پیری زودرس سبب کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد. هم‌چنین با افزایش مدت زمان پیری زودرس شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش بیش‌تری را نشان داد. Bobak و همکاران (۲۰۱۵) اثر هورمون‌های اسید جیبرلیک و هیدروکسید پتاسیم را بر روی بذرهای زوال یافته ذرت مورد بررسی قرار دادند. تیمار بذرهای زوال یافته با فیتوهورمون‌ها سبب بهبود صفات جوانه‌زنی شد. طباطبایی (۱۳۹۲) اثر پیش تیمار اسید-جیبرلیک و اسیدسالیسیک را بر جوانه‌زنی بذر ذرت در شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی مؤلفه‌های جوانه‌زنی کاهش یافت و این میزان کاهش برای بذرهایی که با اسید جیبرلیک و اسیدسالیسیک تیمار شده بودند کم‌تر بود، هم‌چنین پیش تیمار بذر با اسیدجیبرلیک و اسیدسالیسیک فعالیت آنزیم کاتالازو پر اکسید از را در مقایسه با بذر شاهد افزایش داد. Mohammadi و Shekari (۲۰۱۵) اثر اسیدسالیسیک را بر روی بذرهای زوال یافته عدس مورد بررسی قرار دادند. تیمار بذرهای زوال‌یافته با غلظت‌های (۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکرومول) اسیدسالیسیک سبب افزایش شاخص‌های اندازه‌گیری شد و غلظت‌های بالاتر اسید سالیسیک اثر بیش-تری بر ترمیم زوال بذرها داشت. هدف از این تحقیق بررسی ارزیابی دو هورمون سیتوکینین و جیبرلین بر بهبود صفات جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته دو رقم ذرت می‌باشد. صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش جهت بررسی اثر هورمون‌ها در بذرهای ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه اثر دو هورمون سیتوکینین و جیبرلین در ارقام ذرت با بنیه‌های متفاوت از دو رقم بذر ذرت استفاده شد. ارقام مورد استفاده در این مطالعه شامل رقم هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ و رقم هیبرید سینگل کراس ۲۶۰ بودند. بذرها از مؤسسه اصلاح و نهال بذر کرج تهیه گردید. بذرها در سال ۱۳۹۳ تولید شده بودند. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم زراعی و دامی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۴ اجرا گردید.

تعیین قوه نامیه

این آزمایش به‌منظور تعیین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه بذر ذرت در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار اجرا گردید. آزمایش به‌صورت کشت در ظرف پتری به قطر ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. پتری‌ها در داخل ژرمیناتور در شرایط تاریکی در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ روز قرار داده شدند. ظهور ریشه‌چه به طول ۲ میلی‌متر به عنوان جوانه‌زنی بذر تلقی و در پایان روز هفتم بذرهای جوانه زده شمارش شدند. به‌منظور محاسبه سرعت جوانه‌زنی، شمارش بذرهای جوانه‌زده در هر روز به مدت ۷ روز انجام شد (فرمول ۲) (Nichols and Heydecker, 1968). داده‌های حاصل از شمارش بذرهای جوانه‌زده در آخرین روز شمارش برای محاسبه درصد جوانه‌زنی استفاده گردید (فرمول۱) (Nichols and Heydecker, 1968). در پایان جوانه‌زنی صفاتی همچون طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه بر حسب سانتی‌متر و وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه‌چه بر حسب گرم با ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

رابطه ۱: $GP^{1} = (S/T) \times ۱۰۰$

S: تعداد بذور جوانه زده

T: تعداد کل بذور

GP: درصد جوانه‌زنی

رابطه ۲: $GR^{2} = \sum(Ni/Ti)$

Ni: تعداد بذرهای جوانه زده در یک فاصله زمانی مشخص

Ti: تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

GR: سرعت جوانه‌زنی

1 Germination percentage
2 Germination rate

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

آزمایش تعیین اثر هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین در بذرهای زوال یافته ارقام ذرت

این بررسی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار و به‌صورت دو آزمایش جداگانه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: دو رقم بذر ذرت، تیمار بنیه‌های متفاوت از طریق آزمون پیری زودرس در ۴ سطح (بدون پیری، پنج روز، ده روز و پانزده روز)، غلظت‌های سیتوکینین و جیبرلین (تهیه شده از شرکت Duchefa Biochemi هلند) در ۴ سطح (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) بودند. جهت ایجاد بنیه‌های متفاوت در ارقام مورد بررسی، روش آزمون پیری زودرس (AAT) انجام شد. بنیه‌های متفاوت ایجاد شده از طریق آزمون پیری زودرس در ۴ سطح زمان پیر شدن (بدون پیری، پنج، ده و پانزده روز) بود (Modarresi *et al.*, 2002). به‌منظور انجام آزمون پیری زودرس ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به درون جعبه‌های پلاستیکی (به ابعاد ۱۱ در ۸ در ۴ سانتی‌متر) اضافه شد. سپس ۵۰ عدد بذر بر روی تور سیمی پایه‌دار، استریل شده قرار داده شد. پس از آن هر جعبه در داخل ژرمیناتور در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت‌های متفاوت قرار داده شدند. بعد از گذشت زمان‌های فوق جعبه‌ها از ژرمیناتور خارج شدند.

غلظت‌های دو هورمون از طریق حل کردن ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول سیتوکینین و جیبرلین در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به‌دست آمد. جهت تسریع در حل شدن این هورمون چند قطره هیدروکسید پتاسیم (KOH) به محلول اضافه شد. بعد از تهیه غلظت‌های متفاوت هورمون‌ها، بذرهایی که با بنیه‌های متفاوت ایجاد شده بودند همراه با بذرهای بدون تیمار پیری به تعداد ۵۰ عدد بذر از هر تیمار در درون ظرف‌های پتری استریل بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند. بعد از قرار گرفتن بذر درون ظرف پتری، به هر یک از آنها ۷ میلی‌لیتر از غلظت‌های متفاوت سیتوکینین و جیبرلین (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) اضافه گردید. سپس ظرف‌های پتری جهت تیمار کامل بذر با سیتوکینین و جیبرلین به مدت ۲۴ ساعت در ژرمیناتور در شرایط تاریکی و در حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت پتری‌ها از ژرمیناتور خارج شدند. بعد از این مرحله ۵۰ عدد بذر درون هر پتری به پتری‌های دیگری منتقل شدند و سپس آزمون جوانه‌زنی استاندارد ذرت بر طبق دستورالعمل ایستا (دمای ۲۵- و تاریکی) همراه با تیمار شاهد در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی انجام شد و صفات در صد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از برنامه آماری MSTAT-C تجزیه شدند. آزمون مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.34.5.2]

نتایج و بحث

آزمایش اثر هورمون سیتوکینین بر بذرهای زوال یافته ارقام ذرت

بر اساس نتایج جدول ۱ تمام اثرات اصلی بر کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده به‌جزء اثر رقم بر وزن خشک ریشه‌چه معنی‌دار شدند. در میان برهمکنش‌ها، برهمکنش رقم و بنیه بذر برای صفت وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار شدند. سایر اثرات متقابل دوگانه و سه گانه برای تمام صفات جوانه‌زنی معنی‌دار نشدند.

جدول ۱: میانگین مربعات اثر بنیه‌های متفاوت و تیمار با هورمون سیتوکینین بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

منبع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)							
		درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه چه
رقم	۱	۱۳۷۱/۵۷۰**	۶۹۵/۳۱۹**	۴۳/۶۶۵**	۳۰/۰۷۸**	۰/۱۹۴**	۰/۰۱۲**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۲**
پیری زودرس	۳	۲۲۹۹۱/۰۲۹**	۵۸۹/۱۶۵**	۳۱/۶۸۹**	۲۸/۲۱۲**	۰/۰۳۸**	۰/۰۲۴**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۱**
رقم × پیری زودرس	۳	۸۳/۶۵۴^{ns}	۶/۳۲۳^{ns}	۰/۳۹۱^{ns}	۰/۰۲۳۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۳۳**
هورمون	۳	۴۲۳/۲۷۹**	۲۲۰/۷۳۹**	۳/۵۴۶**	۲/۱۲۵**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۳۳**
هورمون × رقم	۳	۳/۹۰۴^{ns}	۰/۱۷۷^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۳^{ns}
هورمون × پیری زودرس	۹	۱۳/ ۸۰۶^{ns}	۲/۴۰۲^{ns}	۰/۰۵۴^{ns}	۰/۲۴۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۱^{ns}
هورمون × رقم× پیری زودرس	۹	۷/۸۲۰^{ns}	۵/۸۴۷^{ns}	۰/۰۶۹^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۱۱^{ns}
خطا	۹۶	۱۰/۵۶	۱/۱۹۷	۰/۱۵۸	۰/۰۹۰	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۵۲	۰/۰۰۰۰۰۴۵	۰/۰۰۰۰۰۴۳
ضریب تغییرات	-	۵/۰۹	۵/۹۹	۸/۵۹	۸/۷۶	۴/۸۴	۴/۳۷	۷/۹۲	۲/۹۲

ns معنی‌دار نمی باشد. *: معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد. **: معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

درصد جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال (۱ درصد) معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (صفر،۵۰،۱۰۰ و۱۵۰ میکرومول) (جدول۲) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول (شاهد) میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ۶۰/۴۷ درصد است و در غلظت ۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ۶۱/۵۶ درصد است. با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت افزایش یافت. در این ارتباط Hoseni khah و همکاران (2013)، در آزمایش با هدف بررسی اثر آسیدآسکوربیک (ویتامین C) و توکوفرول (ویتامین E) بر فرایند زوال بذر دو رقم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

کنجد (*Sesunum indilcum* L.) نشان دادند که توکوفرول و اسیدآسکوربیک برای داراب ۲ و ۱۴ در مدت زوال ۲۴ و ۴۸ ساعت و در دو شرایط پیش تیمار و تیمار پس از فرسودگی سبب بهبود جوانه‌زنی شدند.

جدول۲: مقایسه میانگین‌های اثرتیمارسیتوکینین برشاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

غلظت هورمون سیتوکیتین (µm)	درصد جوانه زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	وزن تر ریشه‌چه (g)	وزن تر ساقه چه (g)	وزن خشک ریشه‌چه (g)	وزن خشک ساقه چه (g)
صفر	۶۰/۴۷^{b}	۱۵/۱۳^{c}	۴/۲۶^{b}	۳/۱۴^{b}	۰/۲۰۲^{c}	۰/۱۴۹^{c}	۰/۰۲۳۶^{c}	۰/۰۱۹۹^{c}
۵۰	۶۱/۵۶^{b}	۱۷/۲۴^{b}	۴/۴۸^{ab}	۳/۲۷^{b}	۰/۲۱۵^{bc}	۰/۱۵۵ ^{c}	۰/۰۲۶۲^{c}	۰/۰۲۱۷^{b}
۱۰۰	۶۴/۷۵ ^{ab}	۱۹/۶۱^{a}	۴/۷۵^{ab}	۳/۵۰^{ab}	۰/۲۲۸^{ab}	۰/۱۶۵^{b}	۰/۰۲۸۰^{b}	۰/۰۲۳۲^{a}
۱۵۰	۶۸/۵۶^{a}	۲۱/۰۹^{a}	۵/۰۳^{a}	۳/۷۴^{a}	۰/۲۳۷^{a}	۰/۱۷۸^{a}	۰/۰۳۰۲^{a}	۰/۰۲۴۴^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

سرعت جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال (۱ درصد) معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۲) (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول میانگین سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت ۱۵/۱۳ است و در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ میکرومول میانگین سرعت جوانه زنی ارقام ذرت به‌ترتیب به (۱۷/۲۴)، (۱۹/۶۱) و (۲۱/۰۹) رسید. که در غلظت ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول با توجه به افزایش سرعت جوانه‌زنی ارقام ذرت تفاوت معنی‌داری ندارند. زمانی که بذرها با بنیه‌های متفاوت با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین تیمار می‌شوند، با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین میانگین سرعت جوانه‌زنی افزایش می‌یابد.

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت طول ریشه‌چه معنی‌دار نشد (جدول۱). مقایسه میانگین طول ریشه‌چه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۲) (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول (شاهد) میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت ۴/۲۶ سانتی‌متر است و با افزایش غلظت هورمون به ۵۰ میکرومول میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت به ۴/۴۸ سانتی‌متر رسید که این مقدار افزایش با سطح صفر میکرومول هورمون (شاهد) تفاوت معنی‌داری نداشت. با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت افزایش یافت.

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان دادکه اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت طول ساقه‌چه معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول ۲) (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول هورمون سیتوکینین (شاهد) میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت ۳/۱۴ سانتی‌متر است. با افزایش غلظت هورمون به ۵۰ ،۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول، میانگین طول ساقه‌چه ارقام به‌ترتیب به ۳/۲۷، ۳/۵۰ و ۳/۷۴ سانتی‌متر رسید که سطوح صفر،۵۰ و۱۰۰ میکرومول هورمون سیتوکینین از نظر میانگین طول ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری ندارند.

وزن تر ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت وزن تر ریشه‌چه معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت تحت تیمار با غلظت‌های متفاوت هورمون سیتوکینین (جدول۲) (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت ۰/۲۰۲ گرم است و با افزایش غلظت هورمون به ۵۰، ۱۰۰ و۱۵۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت افزایش یافت.

وزن تر ساقه‌چه

برهمکنش رقم و بنیه بذر بر وزن تر ساقه‌چه براساس جدول ۱ در سطح احتمال (۱ درصد) معنی‌دار شد. میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۲۲۲ گرم) و میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۱۷۴ گرم) است زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت شرایط پیری زودرس قرار گرفتند وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۴گرم) کاهش یافت و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۱گرم) کاهش یافت. در پیری زودرس به مدت ده روز نیز وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۲گرم)کاهش یافت و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴(۰/۰۱گرم) کاهش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهمکنش رقم و بنیه‌های متفاوت نشان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

می‌دهد که با افزایش مدت زمان پیری وزن تر ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش می‌یابد ولی کاهش وزن تر ساقه‌چه در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر است (جدول ۳).

وزن خشک ریشه‌چه

برهمکنش رقم و بنیه بذر بر وزن خشک ریشه‌چه بر اساس جدول ۱ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه برهمکنش رقم و بنیه‌های متفاوت (جدول ۳) نشان داد که در تیمار بدون پیری تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شده است. میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۳۹ گرم) و رقم ۷۰۴ (۰/۰۳۳گرم) است. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند. میانگین وزن خشک ریشه‌چه در هر دو رقم کاهش یافت ولی این کاهش در رقم ۲۶۰ محسوس‌تر است. هم‌چنین زمانی که بذرها در تیمار پانزده روز پیری زودرس قرار گرفتند کاهش وزن خشک ریشه چه رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر است.

وزن خشک ساقه‌چه

برهمکنش رقم و بنیه بذر بروزن خشک ساقه‌چه براساس جدول ۱ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه برهمکنش رقم و بنیه‌های متفاوت (جدول ۳) نشان داد که در تیمار بدون پیری، تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شده است. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۰۵گرم) کاهش یافت و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۰۱ گرم) کاهش یافت. نتایج نشان داد که در تیمار پنج روز و ده روز پیری زودرس در رقم ۲۶۰ وزن خشک ساقه‌چه کاهش محسوس‌تری را نسبت به وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ نشان داد. ولی در تیمار پانزده روز پیری زودرس میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۰۱) گرم کاهش یافت و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۰۲)گرم کاهش یافت. این بررسی نشان داد که نگهداری بذر تحت شرایط نامناسب سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه نسبت به نگهداری تحت شرایط بهینه می‌گردد. در این ارتباط krishnan و همکاران (۲۰۰۳) علت کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها تحت حرارت و رطوبت بالا را به از دست رفتن قابلیت حیات بذر نسبت داده‌اند. هم‌چنین krishnan و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که از دست رفتن ساختار غشاء سلولی سبب کاهش قابلیت حیات بذر می‌شود. Hampton و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعه بر روی بذر نخود نتایج مشابهی را ارائه دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش مدت زمان نگهداری بذر تحت شرایط پیری زودرس سبب از دست رفتن قابلیت حیات بذر و افزایش زوال بذر می‌شود. محققین مختلفی نشان داده‌اند که به‌کار بردن هورمون‌هایی مثل جیبرلین، سیتوکینین و اتیلن سبب بالا رفتن بنیه بذرهای زوال یافته می‌شود (Harington ,1973;

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

(Pristly, 1986). Zadehbagheri (۲۰۱۵) اثر اسیدسالیسیک را بر روی بذرهای ذرت تحت شرایط تنش مورد بررسی قرارداد. در این ارتباط Liu و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که غلظت ۱۰ میکرومول سیتوکینین سبب افزایش مقاومت به تنش گرما می‌شود. در این مطالعه بهبود صفات جوانه‌زنی تحت تنش رطوبتی را می‌توان مرتبط با افزایش جذب آب توسط بذر دانست. Kaufman و Ross (۱۹۷۰) در تحقیقی افزایش جذب آب در تیمارهای کینیتین را مرتبط با افزایش نفوذپذیری غشاء با افزایش مواد فعال اسمزی در داخل بذر دانستند. Kanto و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که تیمار بذرهای پیر شده برنج با (ALA) سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت می‌گردد.

جدول۳: مقایسه میانگین برهمکنش پیری تسریع شده و ارقام ذرت بر شاخص های جوانه‌زنی

تیمار پیری زودرس (روز)	وزن تر ساقه چه		وزن خشک ریشه چه		وزن خشک ساقه چه	
	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴
شاهد	۰/۲۲۲^{a}	۰/۱۷۴^{b}	۰/۰۳۹^{a}	۰/۰۳۳^{b}	۰/۰۳۲^{a}	۰/۰۲۳^{cd}
۵	۰/۱۷۴ ^{b}	۰/۱۵۶ ^{c}	۰/۰۲۷^{c}	۰/۰۲۷^{c}	۰/۰۲۷^{b}	۰/۰۱۹^{e}
۱۰	۰/^{۱۵۱}$^{c\ d}$	۰/۱۴۴ ^{d}	۰/۰۲۳ ^{e}	۰/۰۲۵^{d}	۰/۰۲۳^{c}	۰/۰۱۷^{f}
۱۵	۰/۱۳۶ ^{ef}	۰/۱۳۳^{f}	۰/۰۱۸ ^{f}	۰/۰۲۳ ^{e}	۰/۰۲۲^{d}	۰/۰۱۵^{g}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

آزمایش اثر هورمون جیبرلین بر بذرهای زوال یافته ارقام ذرت

بر اساس نتایج جدول ۴ تمام اثرات اصلی به جزء اثر غلظت‌های هورمون جیبرلین بر طول ساقه‌چه و اثر غلظت‌های هورمون جیبرلین بر وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار شدند. در میان برهمکنش‌ها، برهمکنش رقم و بنیه‌های متفاوت بر صفت وزن تر ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه معنی‌دار شدند و هم‌چنین برهمکنش بنیه‌های متفاوت و غلظت‌های هورمون جیبرلین بر صفت سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد. سایر اثرات متقابل دوگانه و سه گانه برای تمام صفات جوانه‌زنی معنی‌دار نشدند.

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال (۱درصد) معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد (جدول ۴).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

جدول۴: میانگین مربعات تاثیر بنیه‌های متفاوت و تیمار با هورمون جیبرلین بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت

منبع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)							
		درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه چه
رقم	۱	۱۵۱۲/۵۰**	۷۴۶/۵۰۳**	۳۹/۱۶۱**	۳۱/۵۵۲**	۰/۱۹۵**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۱**
پیری زودرس	۳	۲۴۸۲۶/۹۶۹**	۶۸۱/۶۲۷**	۳۱/۲۴۸**	۲۸/۲۴۸**	۰/۰۳۵**	۰/۰۱۸**	۰/۰۱**	۰/۰۰۰۳۳۳**
رقم × پیری زودرس	۳	۱/۵۶۳^{ns}	۳/۲۰۵^{ns}	۰/۸۴۵^{ns}	۰/۴۵۲^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۳۳^{ns}
هورمون	۳	۱۰۹/۶۱۵**	۱۵۴/۲۱۹**	۲/۱۵۵**	۰/۷۵۸^{ns}	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱۳**	۰/۰۰۰۰۳۳**	۰/۰۰۰۰۳۳^{ns}
هورمون × رقم	۳	۲۱/۹۱۷ ^{ns}	۰/۶۳۱ ^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۶۱^{ns}	۰/۰۰۰۳۳^{ns}	۰/۰۰۰۳۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۳^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۳^{ns}
هورمون × پیری زودرس	۹	۲۱/۹۹۷ ^{ns}	۳/۰۶۷**	۰/۰۴۲^{ns}	۰/۱۴۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۲۲^{ns}
هورمون × رقم× پیری زودرس	۹	۶/۵۰۷ ^{ns}	۳/۴۳۶ ^{ns}	۰/۰۶۳^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۱^{ns}	۰/۰۰۰۱۱^{ns}
خطا	۹۶	۱۳/۷۸۱	۰/۳۰۳	۰/۱۴۶	۰/۱۰۹	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۳۳۳	۰/۰۰۰۰۰۵۰	۰/۰۰۰۱۶
ضریب تغییرات	-	۶/۰۲	۳/۱۵	۸/۴۶	۱۰/۴	۴/۱۱	۳/۶۵	۸/۵۸	۵/۳۴

ns معنی‌دار نمی باشد. *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین (جدول ۵) (صفر،۵۰،۱۰۰و۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام (۶۰) درصد است و با افزایش غلظت هورمون به ۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام به (۶۱) درصد رسیده است، که تفاوت معنی‌داری با غلظت صفر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

میکرومول ندارد. ولی با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه زنی ارقام به‌ترتیب به ۶۳ و ۶۵ درصد رسیده است که این سطوح با سطح صفر و ۵۰ میکرومول تفاوت معنی‌داری دارند.

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های اثر تیمارجیبرلین بر شاخص‌های جوانه زنی ارقام ذرت

غلظت هورمون جیبرلین (µm)	درصد جوانه زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	وزن تر ریشه‌چه (g)	وزن تر ساقه‌چه (g)	وزن خشک ریشه چه (g)
صفر	۶۰^{c}	۱۵/۱۴^{d}	۴/۲۶^{b}	۳/۱۶^{a}	۰/۲۰۳^{c}	۰/۱۴۹^{b}	۰/۰۲۳۷^{d}
۵۰	۶۱^{c}	۱۶/۲۸^{c}	۴/۳۶^{ab}	۳/۲۱^{b}	۰/۲۰۹^{bc}	۰/^{۱۵۲}b	۰/۰۲۵۲^{c}
۱۰۰	۶۳ ^{b}	۱۸/۳۰^{b}	۴/۵۹^{Ab}	۳/۵۰^{a}	۰/۲۱۷^{ab}	۰/۱۵۷^{ab}	۰/۰۲۶۹^{b}
۱۵۰	۶۵^{a}	۲۰/۰۱^{a}	۴/۸۵^{a}	۳/۹۰^{a}	۰/۲۲۸^{a}	۰/۱۶۴^{a}	۰/۰۲۸۵^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین برهمکنش بنیه‌های متفاوت و غلظت‌های هورمون جیبرلین (جدول ۶) نشان داد که بالاترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت صفر میکرومول مربوط به تیمار بدون پیری است و با اعمال تیمار پیری زودرس (بدون پیری، ۵ روز، ۱۰ روز و ۱۵ روز) سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و بالاترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت۵۰ میکرومول مربوط به تیمار بدون پیری (۲۰/۰۶) است. هم‌چنین با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول در تیمارهای پیری زودرس سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت و بالاترین سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۱۵۰ میکرومول و تیمار بدون پیری ۲۶/۹۲ مشاهده شده است. نتایج نشان داد که اعمال تیمارهای پیری زودرس سبب کاهش بنیه ارقام و افزایش زوال بذر و کاهش سرعت جوانه-زنی می‌شود و تیمار بذور با غلظت‌های متفاوت هورمون جیبرلین سبب ترمیم کاهش بنیه و زوال بذر شد. غلظت‌های بالاتر هورمون جیبرلین اثر بیش‌تری در ترمیم بنیه بذر داشتند. در آزمایشی مشابه Shariatmadari و همکاران (۲۰۱۷) اثر اسید جیبرلیک را بر درصد ظهور گیاه‌چه و عملکرد نخود تحت شرایط تنش مورد بررسی قرار دادند.

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال (۱ درصد) معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت طول ریشه‌چه معنی‌دار نشد. (جدول ۴) مقایسه میانگین طول

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

ریشه‌چه ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین (جدول ۵) (صفر،۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول) نشان داد که در غلظت صفر میکرومول میانگین طول ریشه‌چه ارقام ذرت ۴/۲۶ سانتی‌متر است و با افزایش غلظت هورمون به ۵۰ میکرومول میانگین طول ریشه‌چه ارقام به ۴/۳۶ سانتی‌متر می‌رسد که میانگین طول ریشه‌چه در این دو سطح صفر و ۵۰ میکرومول هورمون تفاوت معنی‌داری با هم ندارند، و با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین طول ریشه‌چه به ترتیب به ۴/۵۹ و ۴/۸۵ سانتی‌متر می‌رسد که بالاترین طول ریشه‌چه در غلظت ۱۵۰ میکرومول است که تفاوت معنی‌داری با غلظت صفر میکرومول دارد.

طول ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس بر صفت طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شد و اثر هورمون بر صفت طول ساقه‌چه معنی‌دار نشد اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین طول ساقه‌چه ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۷۰۴ تحت تیمار با هورمون جیبرلین میانگین طول ساقه‌چه بالاتر و معنی‌داری را نسبت به رقم ۲۶۰ داشت. میانگین طول ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۳/۷۹ سانتی‌متر) است و میانگین طول ساقه چه رقم ۲۶۰ (۲/۸۰ سانتی‌متر) است.

وزن تر ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس و هورمون بر صفت وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. اما اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت وزن تر ریشه‌چه معنی‌دار نشد (جدول۴). مقایسه میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین (جدول ۵) (صفر،۵۰،۱۰۰و۱۵۰ میکرومول) نشان می‌دهد که در غلظت صفر میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه ارقام ذرت ۰/۲۰۳ گرم است و در غلظت ۵۰ میکرومول هورمون میانگین وزن تر ریشه‌چه افزایش یافت و به ۰/۲۰۹ گرم رسید ولی این سطح هورمون با غلظت صفر میکرومول تفاوت معنی‌داری ندارند. با افزایش غلظت هورمون به ۱۰۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه به ۰/۲۱۷ گرم رسیده است و این سطح هورمون نیز با سطح ۵۰ میکرومول تفاوت معنی‌داری ندارد، ولی با غلظت صفر میکرومول تفاوت معنی‌دار دارد و با افزایش غلظت هورمون به ۱۵۰ میکرومول میانگین وزن تر ریشه‌چه افزایش یافت و به ۰/۲۲۸ گرم رسید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین وزن تر ریشه‌چه در غلظت ۱۵۰ میکرومول هورمون مشاهده شده است.

وزن ترساقه‌چه

برهمکنش رقم و بنیه بذر بروزن تر ساقه‌چه براساس جدول ۴ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. میانگین وزن‌تر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۱۹۹ گرم) و میانگین وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۱۶۸ گرم) است زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت شرایط پیری زودرس قرار گرفتند وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰(۰/۰۲گرم) کاهش یافت و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴ (۰/۰۱گرم) کاهش یافت. در پیری زودرس به مدت ده روز نیز وزن تر ساقه‌چه رقم ۲۶۰(۰/۰۲گرم)کاهش یافت و وزن تر ساقه‌چه رقم ۷۰۴(۰/۰۱گرم) کاهش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهمکنش رقم و بنیه‌های متفاوت نشان می‌دهد که با افزایش مدت زمان پیری وزن تر ساقه‌چه ارقام ذرت کاهش می‌یابد ولی کاهش وزن تر ساقه‌چه در رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر است (جدول ۶).

جدول۶: مقایسه میانگین برهمکنش پیری تسریع شده و ارقام ذرت بر شاخص های جوانه‌زنی

تیمار پیری زودرس (روز)	وزن تر ساقه چه		وزن خشک ریشه چه	
	۲۶۰	۷۰۴	۲۶۰	۷۰۴
شاهد	۰/۱۹۹^{a}	۰/۱۶۸^{b}	۰/۰۳۸^{a}	۰/۰۳۲^{b}
۵	۰/۱۷۱ ^{b}	۰/۱۵۴ ^{c}	۰/۰۲۵^{d}	۰/۰۲۷ ^{c}
۱۰	۰/۱۴۴ ^{d}	۰/۱۴۱ ^{d}	۰/۰۳۳ ^{e}	۰/۰۲۵ ^{d}
۱۵	۰/۱۳۲ ^{e}	۰/۱۲۹ ^{e}	۰/۰۱۸ ^{f}	۰/۰۲۲ ^{e}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

وزن خشک ریشه‌چه

برهمکنش رقم و بنیه بذر بروزن خشک ریشه چه براساس جدول ۴ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک ریشه‌چه برهمکنش رقم و بنیه‌های متفاوت (جدول ۷) نشان داد که در تیمار بدون پیری تفاوت بین دو رقم معنی‌دار شده است. میانگین وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۳۸ گرم) و رقم ۷۰۴ (۰/۰۳۲گرم) است. زمانی که بذرها به مدت پنج روز تحت تیمار پیری زودرس قرار گرفتند، میانگین وزن خشک ریشه‌چه در هر دو رقم کاهش یافت ولی این کاهش در رقم ۲۶۰ محسوس‌تر است. هم‌چنین زمانی که بذرها در تیمار پانزده روز پیری زودرس قرار گرفتند، کاهش وزن خشک ریشه‌چه رقم ۲۶۰ نسبت به رقم ۷۰۴ محسوس‌تر است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

وزن خشک ساقه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات رقم، پیری زودرس بر صفت وزن خشک ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و اثر هورمون بر صفت وزن خشک ساقه‌چه و اثر برهمکنش آن‌ها بر صفت وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه ارقام ذرت تحت تیمار با هورمون جیبرلین نشان داد که رقم ۲۶۰ تحت تیمار با هورمون جیبرلین میانگین وزن خشک ساقه چه بالاتر و معنی‌داری را نسبت به رقم ۷۰۴ دارد. میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۲۶۰ (۰/۰۲۵۴) و میانگین وزن خشک ساقه‌چه رقم ۷۰۴(۰/۰۱۹۹) گرم است. تیمار بذرها با بنیه‌های متفاوت توسط جیبرلین سبب ترمیم بنیه و زوال بذر شد. تحقیقات نشان داده‌اند که هورمون‌های گیاهی بر ترمیم و زوال بذر مؤثر هستند (Krishnan, 2003). در مطالعه‌ای توسط Clerkx و همکاران (۲۰۰۳) گزارش شد که در بذر موتانت‌های آرابید و پسیس که فاقد ژن سنتز کننده اسید آبسیزیک هستند، تیمارهای پیری زودرس سبب کاهش قوه نامیه و بنیه بذر شد. Azadi و همکاران (۲۰۱۳) اثر هورمون پرایمینگ را بر روی بذرهای زوال یافتهٔ سورگوم بررسی کردند. پیری بذرها به مدت ۳ و ۶ روز سبب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی در بذرهای سورگوم شده پرایمینگ بذرهای زوال یافته با هورمون جیبرلین، اسید سالیسیک و اسید آسکوربیک سبب ترمیم بذرهای زوال یافته سورگوم شد.

جدول۶: مقایسه میانگین برهمکنش هورمون جیبرلین و پیری تسریع شده برسرعت جوانه زنی ارقام ذرت

غلظت هورمون جیبرلین	تیمار پیری زودرس			
(میکرومول)	صفر	۵ روز	۱۰ روز	۱۵ روز
۰	۲۰/۰۶^{d}	۱۶/۷۱^{gh}	۱۳/۱۲^{k}	۱۰/۶۲^{m}
۵۰	۲۱/۹۶^{c}	۱۷/۱۶^{g}	۱۴/۲۳^{j}	۱۱/۶۲^{l}
۱۰۰	۲۴/۸۰^{b}	۱۹/۱۳^{e}	۱۵/۵۹^{k}	۱۳/۳۰^{k}
۱۵۰	۲۶/۹۲^{a}	۲۰/۲۳^{d}	۱۸/۰۴^{f}	۱۵/۱۶^{j}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارد.

نتیجه‌گیری

نگهداری بذرهای ارقام ذرت تحت حرارت و رطوبت بالا سبب افزایش زوال و کاهش بنیه بذر می‌شود. در اثر کاهش بنیه درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت. اما میزان این کاهش در ارقام مختلف یکسان نبود. رقم ۷۰۴ تحت تیمارهای پیری زودرس شاخص‌های جوانه‌زنی بالاتری را نسبت به رقم ۲۶۰ نشان داد که علت این واکنش بنیه بالاتر رقم ۷۰۴ نسبت به رقم ۲۶۰ است. استفاده از هورمون‌های گیاهی جهت بهبود و ترمیم مکانیزم زوال می‌توانند مورد توجه قرار بگیرند. در این آزمایش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.34.5.2]

استفاده از هورمون‌های جیبرلین و سیتوکینین سبب بهبود صفات جوانه‌زنی در بذرهای زوال یافته شدند. با توجه به نتایج به‌دست آمده دیده شده که هورمون سیتوکینین اثر بیش‌تری بر افزایش بنیه در بذرهای زوال یافته ذرت داشته است.

منابع

طباطبایی، ع. ۱۳۹۲. اثر پیش تیمارهای مختلف بر شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت بذر ذرت تحت شرایط تنش خشکی. مجله علوم و تکنولوژی بذر جلد ۴، شماره ۲، ص ۷۹-۷۲.

توکل افشاری، ر.، رشیدی، س. و مجنون حسینی، ن.۱۳۸۷. تاثیر اسید آبسیزیک و سیتوکینین بر بهبود صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر زوال یافته دورقم کلزا (*Brassica napus* L.) در تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی. جلد ۹، شماره۱، ص ۱۹۴-۱۷۹.

عنایتی، و.، اسفندیاری، ع.، آل‌هاشم، م.ح .و حضوری، ع.۱۳۹۳ .تاثیر فرسودگی بذر برشاخص‌های جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه ذرت. نشریه تحقیقات بذر. جلد۱۲، شماره۳، ص ۶۷-۶۱.

Ansari, O. and Shari fzadeh, F. 2012. Slow moisture content reduction (SMCR) Can improve some seed germination in primed seeds of Mountion Rye (*Secale montanum L*.) under accelerated aging conditions. Journal of Seed Scince and Technology. 3 (2): 68-76.

Azadi, M. S., Tabatabaei, S. A, Younesi, E., Rostami, M. R. and Mombeni, M. 2013. Hormone priming improve germination charactritics and enzyme activrty of sorghum Seeds (*Sorghum bicolor L.*) under accelerated aging. Cercetari Agronomic in Moldova. 3 (155): 49-56.

Basra, S. M., Ahmad, N., Khaw, M. M., IBAL, N. and Cheema, M. N. 2003. Assessment of cotton Seed deterioration during accelerated aging. Seed Science and Technology. 31:531-540.

Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Come, D. 2000. Antioxidant system in sunflower (*Helianthus annus* L.) seeds as affected by priming. Seed Sci. Res. 10: 35-42.

Bobak, S. A., Parvis, N. K. and Ansari, W. M. 2015. An assessment of the effects of seed ageing application of phytohormone and kno on aged corn seeds.African Journal of Agronomy ISSN.3:235-243.

Clerkx, E. J .M., Blankestijn, H., Rvys, G. j., Groot, S. P. C. and Koornneef , M. 2003. Charactri zation of green seed , an enhancer of abi 3-1 in Arabidopsis that affects seed Longevity. Plant Physiology. 132:1072-1084.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

Ellias, S., Garary, AL. and Hanning, S. 2006. Seed quatity testing of native species. Native Plants Journal. 7:15-12.

FAO Statistics division. 2012. http://www.faostat . fao.org.

Harington, j. F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. Seed Science and Technology. 1:453-467.

Hampton, J. C, Cookson, W. R., Raula, A. G., Rowrth, J. S, Mcyill, C. R. and Hill, M.J. 2002. Temperature and time variable for aceelerated aging testing of perennial ryegrass. Seed Science and Technology. 28:861-863.

Hoseinikhah, F. S., Parsa, S., Tavakol Afshari, R.and Esmaeili, A. 2013. Effect of ascorbic acid (Vitamin C) and alpha - locophrol (Vitamin E) on seed deteriora tion process of two sesame (*Sesamum indicam L.*) Caltivars . Seed and Plant Prodation Journal. 2:83.100.

Kanto, V., Jutamanec, K., Osotspar, Y., Chaiarree, W. andJattupornpang, S. 2015.Promotive effect of priming with 5-Amonolevulinic acid on seed germination capacity,seedling growth and antioxidant enzyme activity in rice subjected to accelerated aging treatment .Plant Prod , Sci. 18:443-454.

Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M. A., Amir. A, and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea *(Cicer orietinum* L.) Under accelerated aging. Asian .J. Plant Science. 9:158-162.

Kaufman, M. R. and Ross, K. j, 1970. Water potential, temperatare and kinetin effects on seed germination in soil and solute system. American Joumal of Botany.57:413-414.

Krishnan, P., Nagarajan. S, Dadlani. M. and Moharir, A. V. 2003. Characterization of wheat (*Triticam aestiaum*) and soybean *(Glycine max*) seeds under accelerated aging conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Science and Technologr.31:541-550.

Krishnan, P., Nagarajan. S. and Moharir, A. V. 2004. Thermodynamic characterization of seed deterioration during storage under accelerated aging conditions. Biosystem Engineering. 89:425-433.

Lehner, A., Mamadou, N., P. and Corbineau, F. 2008. Change in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activityes in the embryo during aging in wheat grains. Journal of Cereal Science 47:555-565.

Macdonald, C. M., Floyd, C. D. and Waniska, R. D. 2004. Effect of accelerated aging on maiz and sorghum. Journal of Cereal Science.39: 351-361.

Mohammadi, L. and Shekari, F. 2015.Examination the effects of hydro_priming and priming by salicylic acid on lentil aged seeds.International Journal of Agricultural and Crop Sciences.3:420-426.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]

Moradi, A. and Yonesi, O.2009. Effect of osmo – and Hydro – priming on seed parameters of Grain Sorghum (*Sorghum bicolor L.*). Australian Journal of Basic and Applied Scinces. 33(3): 1696-1700.

Modarresi, R., Rucher, M. and Tchrory, D.M. 2002. Accelerating aging test for comparing wheat seed vigor. Seed Science and Technologr. 30:683-687.

Nichols, M. A. and Heydecker, W. 1968. Two approaches to the study of germination date.Proc. Int. Seed test.Ase.33:531-540.

Prisetly, D. A. 1986. Seed aging: Implication for seed storage and persistence in the soil: Cornell University Press. Ithaca, NY.

Seiadat, S. A., Moosavi, A. and Sharifzadeh, M. 2012. Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of Maize seeds under different aging treatments. Research Journals of Seed Science. 5: 51-62.

Shariatmadri, M. H., Parsa. M., Nezami, A. and Kafi, M. 2017.Effect of hormonal priming with gibberllic acid on emergence, growth and yield of chickpea under drought stress.Bioscince Research.1:34-41.

Zadehbagheri, M. 2014. Salicylic acid priming in corn (*Zea mays* L.) reinforces NACL tolerance at germination and the seedling growth stage.Internatonal Journal of Bioscineces.5:187-197.

Verma, S. S., Verma, V. and Tomer, R. P. S. 2003. Stadies on seed quality poramet in deteriorating seed in *Brassica*.Seed Scince and Techndogy. 31: 389-390.

L. Liu., J. Zhang, Z. Huang, Z. Wang, Q. Zhu and. Yang, J. 2002. Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in rice. *Annals of Botany* 90: 369–377.eteriorating seed in *Brassica* .Seed Scince and Techndogy. 31: 389-390.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.5.2]