



## بررسی اثر دما و مدت زمان تخمیر بر کیفیت بذر تولیدی دو رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

طیبه نازدار<sup>۱</sup>، حسین نعمتی<sup>۲</sup>، حسین آرویی<sup>۲</sup> و مجید عزیزی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۲</sup>استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، <sup>۳</sup>دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

### چکیده

به منظور تعیین مناسبترین شرایط تخمیر برای جداسازی بذر گوجه فرنگی، آزمایشی به صورت فاکتوریل (۶×۲×۲) با ۳ تکرار انجام گردید. بذور مخلوط با توده ژلاتینی دو رقم گوجه فرنگی در دو دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعت تخمیر شده و بررسی جوانه زنی بذور در آزمایشگاه و سبز شدن بذور و رشد اولیه گیاهچه در گلخانه انجام شد. نتایج نشان داد اثر رقم، دمای تخمیر، مدت زمان تخمیر و اثرات متقابل این عوامل بر جوانه زنی بذور معنی دار است. بیشترین میانگین درصد و سرعت جوانه زنی مربوط به بذور رقم فاراون حاصل از تخمیر در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت بود. در بررسیهای گلخانه ای اثر نوع رقم بر رشد اولیه گیاهچه (ارتفاع و تعداد برگ) در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود، اما بر درصد خروج گیاهچه معنی دار نبود، اثرات متقابل عوامل رقم و دمای تخمیر و همچنین رقم و مدت زمان تخمیر بر صفات مورد بررسی معنی دار نبود، اما اثر دما، مدت زمان تخمیر و اثر متقابل آنها بر میانگین صفات مذکور (درصد خروج، ارتفاع و تعداد برگ گیاهچه) اختلاف معنی داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد. نتایج کلی نشان داد که کیفیت بذر با افزایش دما (از ۲۵ به ۳۵ درجه سانتیگراد) و مدت زمان تخمیر کاهش یافته و بهترین شرایط تخمیر دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ - ۲۴ ساعت است.

واژه های کلیدی: گوجه فرنگی، بذر، جوانه زنی، تخمیر و دما

### مقدمه

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) دومین سبزی پرمصرف دنیا پس از سیب زمینی است که به عنوان یک منبع غنی از ویتامین و مواد معدنی در دنیا مطرح است (اورا و وانانگامودی، ۲۰۰۶). این موضوع حائز اهمیت است که بذر حلقه اصلی تولید در کشاورزی است و اگر بدانیم سرمایه گذارهای دیگر در نتیجه استفاده از بذر نامرغوب از بین می روند، اهمیت بذر به خوبی مشخص می شود (جورج، ۱۹۹۹). کیفیت فیزیولوژیکی بذور که با اصطلاحاتی مانند درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی تعریف می شود، تأثیر زیادی بر راندمان تولید بذر سبزیها دارد. علاوه بر قوه نامیه بالا، جوانه

زنی سریع و استقرار گیاهچه یکنواخت و با کیفیت از مهمترین عوامل کیفی بذر گوجه فرنگی می باشند (گری و فینچ سویج، ۱۹۹۴).

در اطراف بذر گوجه فرنگی یک ماده ژله مانند قرار گرفته است که دارای عوامل بازدارنده جوانه زنی است، این ماده در طول فرایند جداسازی بذر تجزیه می شود (تیرومال مورگان و همکاران، ۲۰۰۶). جداسازی بذر گوجه فرنگی شامل تیمارهایی جهت از بین بردن لایه ژلاتینی پوشاننده بذور می باشد و شامل چند مرحله است که با له کردن میوه با دست یا ماشین شروع شده و با حذف لایه ژلاتینی با یکی از روشهای تخمیر، استفاده از مواد شیمیایی و یا روش مکانیکی دنبال می شود (سیلوا و همکاران، ۱۹۸۲).

تخمیر نوعی تغییر شیمیایی است که به وسیله سیستمهای آنزیمی میکروارگانیسم ها انجام می شود (آگراوال، ۱۹۹۵). در این فرایند، میوه های رسیده برداشت شده، له شده و بذور به همراه مواد ژلاتینی و گاهی سایر قسمت های گوشت میوه در ظروف غیر فلزی به مدت ۲-۳ روز در دمای ۲۵ - ۲۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرند تا لایه ژلاتینی پوشاننده بذور توسط میکروارگانیسم ها تجزیه شود. البته بسته به مرحله رسیدگی میوه و دمای تخمیر، این فرایند به مدت ۵-۱ روز کامل می شود (اورا و وانانگامودی، ۲۰۰۶؛ مک دونالد و کاپلند، ۱۹۹۷). به منظور تخمیر یکنواخت، مخلوط باید حداقل روزی دو بار به هم زده شود، این کار به جدا شدن بذر از ماده ژلاتینی و گوشت میوه کمک کرده و مهمتر اینکه از رشد قارچ سفید در سطح مخلوط و تغییر رنگ بذور جلوگیری می کند (جورج، ۱۹۹۹؛ ساراوانان و وانانگامودی، ۲۰۰۶). با کامل شدن تخمیر بذور در کف ظرف ته نشین شده و بیشتر گوشت در قسمت بالا معلق مانده و یک مایع شفاف در بین آنها قرار می گیرد (دسای، ۲۰۰۴). اگرچه فرایند تخمیر مشکل نیست اما باید در شرایط کنترل شده صورت گیرد و اگر به طور غیر صحیح انجام گیرد مثلاً در مواردی که مخمر بوی بدی تولید می کند و یا قارچ سفید رشد زیادی دارد می تواند به بذر صدمه بزند (آگراوال، ۱۹۸۲).

گزارشهای متعددی مبنی بر تاثیر نوع رقم بر صفات کیفی بذر گوجه فرنگی وجود دارد (برار و سینگ، ۱۹۸۴؛ سینگ و همکاران، ۱۹۸۵؛ گریگوریان، ۱۹۷۷؛ لاور و کادرگاری، ۱۹۶۵؛ والدز و گری، ۱۹۹۸).

جهت تجزیه کافی ماده موسیلاژ احاطه کننده بذر توسط میکروارگانیسمها مدت زمان تخمیر باید کافی باشد. دما به میزان زیادی تعیین کننده سرعت فرایند تخمیر یا طول دوره تخمیر است، به طوریکه اگر دمای تخمیر بین ۲۷-۲۴ درجه سانتیگراد باشد، فرایند تخمیر سریع صورت گرفته و بین ۷۲-۴۸ ساعت کامل می شود، اما جهت کنترل شانکر باکتریایی تخمیر باید حداقل به مدت ۹۶ ساعت ادامه یابد و از آنجا که این دوره طولانی ممکن است منجر به صدمه بذر شود توصیه می شود در چنین شرایطی دمای تخمیر تا حد ممکن نزدیک ۲۱ درجه سانتیگراد حفظ شود، دمای کمتر باعث کند شدن فرایند تخمیر می شود (آگراوال، ۱۹۸۲). در بعضی منابع ذکر شده است در دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتیگراد تخمیر تقریباً در مدت ۲۴ ساعت کامل می شود، در شرایط سردتر تخمیر به مدت ۳ روز مورد نیاز است و بیش از ۳ روز باعث ایجاد صدمه و کاهش کیفیت بذر می شود (فنونیک کلی و جورج، ۱۹۹۸). تخمیر زیاد کیفیت بذر را کاهش می دهد، لذا فرایند تخمیر باید به دقت کنترل شود (مک دونالد و کاپلند، ۱۹۹۷). لیپتای (۱۹۸۹) اظهار داشت که درصد جوانه زنی در زمانهای تخمیر طولانی تر از ۳ روز کاهش یافته و این کاهش جوانه زنی با افزایش دما افزایش یافته است. همچنین آلکسیو و توکاروا (۱۹۷۵) گزارش نمودند که با افزایش دمای تخمیر جوانه زنی بذور کاهش یافته است. کاهش کیفیت بذر گوجه فرنگی در اثر افزایش طول دوره تخمیر نیز توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (بالدو و همکاران، ۱۹۸۵؛ پاندیتا و همکاران، ۱۹۹۶؛ سینگ و همکاران، ۱۹۸۵؛ کانوار، ۱۹۸۹؛ لیپتای، ۱۹۸۹).

با توجه به اینکه بذور گوجه فرنگی که در داخل کشور تولید می شود دارای کیفیت مناسبی به خصوص از لحاظ شکل ظاهری، درصد و سرعت جوانه زنی نیستند و همه ساله بذری زیادی از خارج از کشور وارد می شود، هدف از این تحقیق بررسی شرایط متفاوت تخمیر و تعیین بهترین درجه حرارت و مدت زمان تخمیر جهت بدست آوردن بذور با کیفیت مناسب است.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه از دو رقم گوجه فرنگی فاراون<sup>۱</sup> و دامیناتور<sup>۲</sup> استفاده گردید که بذور آنها در آذرماه ۱۳۸۴ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد کشت شد. کلیه شرایط مطلوب گلخانه ای برای پرورش دو رقم به طور یکسان مهیا گردید. سپس از هر رقم میوه های تقریباً هم اندازه و در مرحله رسیدگی یکسان (قرمز سفت) برداشت شدند، میوه های برداشت شده به طور عرضی برش داده شد و محتوای داخلی برچه ها شامل بذرها و مایع ژلاتینی اطراف آنها خارج گردید. از روش تخمیر جهت حذف و تجزیه لایه ژلاتینی پوشاننده اطراف بذور استفاده شد، به این صورت که لوله های آزمایش حاوی توده ژلاتینی و بذور هر دو رقم به مدت زمانهای ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعت در دو انکیباتور تنظیم شده در دو دمای ۲۵ و ۳۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. مخلوط حاوی بذور برای جلوگیری از کپک زدن و نیز انجام تخمیر یکنواخت هر روز ۱ تا ۲ بار تکان داده شد. پس از دوره تخمیر و از بین رفتن پوشش ژلاتینی، بذرها چندین بار در یک صافی به وسیله آب جاری به طور کامل شستشو داده شدند و سپس با قرار گرفتن روی کاغذ صافی در شرایط آزمایشگاه (با دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتیگراد) به مدت ۳ روز خشک شدند. مقدار رطوبت نهایی بذور با استفاده از آون تعیین شد که در حدود ۱۰٪ بود.

آزمون جوانه زنی در شرایط آزمایشگاه و به صورت آزمایش فاکتوریل ۶×۲×۲ و بر مبنای طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گردید. عاملهای مورد آزمایش به ترتیب شامل رقم در دو سطح (فاراون: a<sub>1</sub> و دامیناتور: a<sub>2</sub>)، دمای تخمیر در دو سطح (۲۵ درجه سانتیگراد: b<sub>1</sub> و ۳۵ درجه سانتیگراد: b<sub>2</sub>) و مدت زمان تخمیر در ۶ سطح (۲۴ ساعت: c<sub>1</sub>، ۴۸ ساعت: c<sub>2</sub>، ۷۲ ساعت: c<sub>3</sub>، ۹۶ ساعت: c<sub>4</sub>، ۱۲۰ ساعت: c<sub>5</sub> و ۱۴۴ ساعت: c<sub>6</sub>) بودند. برای اندازه گیری جوانه زنی بذور، پس از ضدعفونی آنها با محلول هیپوکلریت سدیم ۰.۵٪ به مدت ۵ دقیقه و شستشو با آب، از هر تیمار ۳۰ عدد بذور در پتری دیشهای ۹ سانتیمتر استریل دارای دو لایه کاغذ صافی قرار داده شد و پس از کشت ۵ میلی لیتر آب مقطر به آنها افزوده شد، در طول آزمایش نیز جهت مرطوب نگهداشتن کاغذها آب به میزان لازم افزوده شد. حداقل ۲ میلی متر طول ریشه چه به عنوان معیار جوانه زنی در نظر گرفته شد. شمارش بذره‌های جوانه زده به صورت روزانه و به مدت ۱۴ روز انجام گرفت و سپس درصد و سرعت جوانه زنی محاسبه شد.

به منظور بررسی سبز شدن بذور در خاک و نیز ارزیابی رشد اولیه گیاهچه، در مهر ماه ۱۳۸۵ کشت بذور در گلخانه تحقیقاتی انجام گرفت. این آزمایش نیز به صورت آزمایش فاکتوریل ۶×۲×۲ با ۲۴ تیمار (دمای تخمیر در دو سطح و مدت زمان تخمیر در ۶ سطح در دو رقم گوجه فرنگی)، ۳ تکرار در هر تیمار و در هر تکرار ۲۰ مشاهده برای صفات ارتفاع و تعداد برگ گیاهچه، در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا گردید. برای این منظور بذور در جعبه های پلاستیکی حاوی نسبتهای مساوی خاک زراعی، خاکبرگ و ماسه نرم به عمق ۰/۵ سانتیمتر کشت گردیدند. صفات مورد بررسی شامل درصد گیاهچه های سبز شده، ارتفاع و تعداد برگ گیاهچه ها پس از ۴ هفته اندازه گیری و ثبت شدند.

<sup>1</sup> - Faraon

<sup>2</sup> - Dominator

داده های جمع آوری شده برای صفات مذکور در هر دو بررسی آزمایشگاهی و گلخانه ای، توسط نرم افزار MSTAC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در دو سطح احتمال پنج و یک درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد اثر نوع رقم بر درصد و سرعت جوانه زنی بذور گوجه فرنگی در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد برگ و ارتفاع گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار می باشد (جدول ۱)، به طوری که میانگین این صفات در رقم فاراون نسبت به رقم دامینیتور به طور معنی داری بالاتر است (جدول ۲). نتایج آزمایشات مختلف نشان داده است که اثر رقم بر درصد جوانه زنی (برار و سینگ، ۱۹۸۴؛ سینگ و همکاران، ۱۹۸۵؛ لاور و کادگراری، ۱۹۶۵)، درصد و سرعت جوانه زنی (والدز و گری، ۱۹۹۸)، سرعت خروج گیاهچه و انرژی جوانه زنی (گریگوریان، ۱۹۷۷) معنی دار است که با نتایج ما مطابقت دارد.

همچنین دمای تخمیر بر صفات کیفی بذر گوجه فرنگی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی داری دارد، به طوری که با افزایش دما از ۲۵ درجه سانتیگراد به ۳۵ درجه سانتیگراد، کاهش قابل توجهی در میانگین کلیه صفات اندازه گیری شده مشاهده می شود (جدول ۲).

جدول ۱: درجه آزادی و میانگین مربعات صفات مربوط به بذور دو رقم گوجه فرنگی

| منابع تغییرات                     | درجه آزادی | میانگین مربعات صفات اندازه گیری شده (MS) |                |                      |                    |
|-----------------------------------|------------|------------------------------------------|----------------|----------------------|--------------------|
|                                   |            | درصد جوانه زنی                           | سرعت جوانه زنی | درصد خروج گیاهچه     | ارتفاع گیاهچه      |
| رقم                               | ۱          | ۸۹۱/۲۶**                                 | ۶۳۴**          | ۲۱۷/۰۱ <sup>ns</sup> | ۵/۳۰*              |
| دمای تخمیر                        | ۱          | ۳۸۵۸۰/۸۶**                               | ۳۳۷/۱۳**       | ۳۱۸۷۸/۱۲**           | ۱۱۸/۵۳**           |
| مدت زمان تخمیر                    | ۵          | ۵۴۴۵/۱۵**                                | ۶۶/۹۸**        | ۵۵۸۰/۶۲**            | ۳۳/۰۲**            |
| رقم × دمای تخمیر                  | ۱          | ۲۴۶/۷۹*                                  | ۰/۹۵*          | ۱۲۵/۳۵ <sup>ns</sup> | ۰/۰۵ <sup>ns</sup> |
| رقم × مدت زمان تخمیر              | ۵          | ۴۵۲/۴۵**                                 | ۲/۵۷**         | ۵۶/۱۸ <sup>ns</sup>  | ۰/۵۲ <sup>ns</sup> |
| دمای تخمیر × مدت زمان تخمیر       | ۵          | ۲۷۵۴/۷۴**                                | ۲/۹۹**         | ۴۶۳۰/۶۲**            | ۲۵/۹۶**            |
| رقم × دمای تخمیر × مدت زمان تخمیر | ۵          | ۳۲۶/۵۳**                                 | ۲/۷۲**         | ۸۲/۸۵ <sup>ns</sup>  | ۱/۲۷ <sup>ns</sup> |
| خطا                               | ۴۸         | ۳۸/۵۹                                    | ۰/۱۷           | ۸۲/۲۹                | ۰/۸۹۹              |
| ضریب تغییرات %                    |            | ۹/۵۸                                     | ۹/۲۶           | ۱۳/۹۱                | ۱۷/۱۷              |

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪، \* معنی دار در سطح احتمال ۵٪، <sup>ns</sup> غیر معنی دار

بین سطوح مدت زمان تخمیر برای صفات مورد بررسی اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده می شود (جدول ۱) و جدول ۲ نشان می دهد که با افزایش مدت زمان تخمیر میانگین صفات کاهش می یابد. حداکثر درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و خروج گیاهچه از بذوری به دست آمده که به مدت ۲۴ ساعت تحت تخمیر قرار داشته اند. تیمارهای ۲۴ و ۴۸ ساعت اختلاف معنی داری برای صفات درصد جوانه زنی و خروج گیاهچه نداشته اند. در مورد دو صفت ارتفاع و تعداد برگ گیاهچه تیمار ۴۸ ساعت بیشترین اثر را در افزایش این صفات دارا بوده، اما تفاوت بین تیمارهای ۲۴ و ۴۸ ساعت در صفت ارتفاع گیاهچه و تیمارهای ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت تخمیر در صفت تعداد برگ گیاهچه معنی دار نمی باشد.

جدول ۲. میانگین اثرات اصلی صفات مورد بررسی

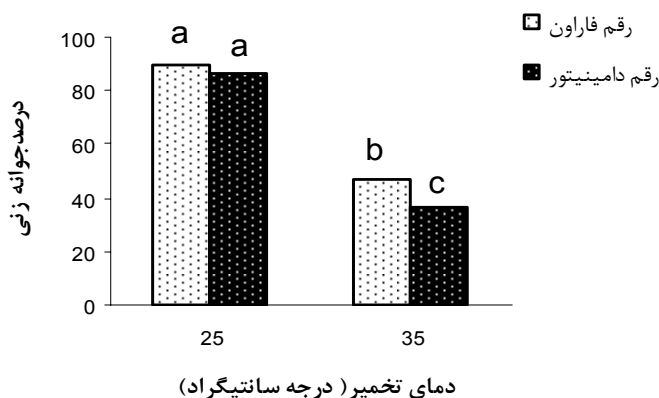
| رقم              | درصد جوانه زنی     | سرعت جوانه زنی<br>(بذر در روز) | درصد خروج گیاهچه   | ارتفاع گیاهچه<br>(سانتیمتر) | تعداد برگ گیاهچه  |
|------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------|
| فاراون           | ۶۸/۳۳ <sup>a</sup> | ۴/۸۱ <sup>a</sup>              | ۶۶/۹۴ <sup>a</sup> | ۵/۷۹ <sup>a</sup>           | ۴/۶۷ <sup>a</sup> |
| دامینیتور        | ۶۱/۳۰ <sup>b</sup> | ۴/۲۱ <sup>b</sup>              | ۶۳/۴۷ <sup>a</sup> | ۵/۲۵ <sup>b</sup>           | ۴/۲۴ <sup>b</sup> |
| دمای تخمیر       |                    |                                |                    |                             |                   |
| ۲۵°              | ۸۷/۹۶ <sup>a</sup> | ۶/۶۷ <sup>a</sup>              | ۸۶/۲۵ <sup>a</sup> | ۶/۸۰ <sup>a</sup>           | ۵/۳۰ <sup>a</sup> |
| ۳۵° <sup>c</sup> | ۴۱/۶۷ <sup>b</sup> | ۲/۳۴ <sup>b</sup>              | ۴۴/۱۷ <sup>b</sup> | ۴/۲۴ <sup>b</sup>           | ۳/۶۲ <sup>b</sup> |
| مدت زمان         |                    |                                |                    |                             |                   |
| ۲۴ ساعت          | ۹۱/۳۹ <sup>a</sup> | ۷/۹۵ <sup>a</sup>              | ۹۲/۹۲ <sup>a</sup> | ۷/۳۱ <sup>a</sup>           | ۵/۴۳ <sup>a</sup> |
| ۴۸ ساعت          | ۸۵/۰۰ <sup>a</sup> | ۶/۶۵ <sup>b</sup>              | ۸۵/۰۰ <sup>a</sup> | ۷/۳۴ <sup>a</sup>           | ۵/۵۲ <sup>a</sup> |
| ۷۲ ساعت          | ۷۱/۶۷ <sup>b</sup> | ۴/۴۱ <sup>c</sup>              | ۷۲/۵۰ <sup>b</sup> | ۵/۶۹ <sup>b</sup>           | ۵/۰۹ <sup>a</sup> |
| ۹۶ ساعت          | ۵۶/۱۱ <sup>c</sup> | ۳/۴۷ <sup>d</sup>              | ۵۵/۴۲ <sup>c</sup> | ۵/۴۷ <sup>b</sup>           | ۴/۷۵ <sup>a</sup> |
| ۱۲۰ ساعت         | ۴۵/۸۳ <sup>d</sup> | ۲/۷۵ <sup>e</sup>              | ۴۴/۱۷ <sup>d</sup> | ۴/۰۲ <sup>c</sup>           | ۳/۲۳ <sup>b</sup> |
| ۱۴۴ ساعت         | ۳۸/۸۹ <sup>e</sup> | ۱/۸۲ <sup>f</sup>              | ۴۱/۲۵ <sup>d</sup> | ۳/۲۹ <sup>c</sup>           | ۲/۷۱ <sup>b</sup> |

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

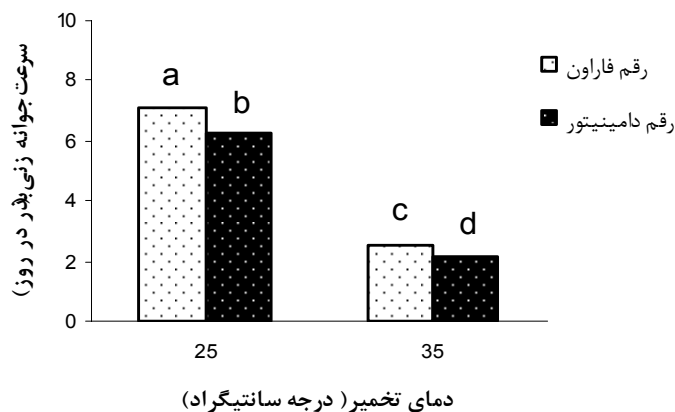
تیمار ۱۴۴ ساعت تخمیر بیشترین اثر را در کاهش کلیه صفات دارا بود و برای دو صفت درصد و سرعت جوانه زنی دارای اختلاف معنی داری با بقیه تیمارها بود. بر اساس نتایج این قسمت از آزمایش بهترین مدت زمان تخمیر جهت حصول بذور با کیفیت مناسب ۴۸ - ۲۴ ساعت است که با نتایج یافته های لپیتای (۱۹۸۹)، پاندیتا و همکاران (۱۹۹۶) و سینگ و همکاران (۱۹۸۵) مطابقت دارد، اما با نتایج بالدر و والادور (۱۹۸۵) و نیز نتایج کانوار (۱۹۸۹) که به ترتیب عنوان نمودند حداکثر کیفیت بذور گوجه فرنگی پس از ۸ روز و ۳ روز تخمیر به دست می آید مغایرت دارد. این اختلاف می تواند در اثر عوامل متعددی مانند رقم مورد بررسی و شرایط متفاوت آزمایش مثلاً دمای تخمیر به کار رفته در آزمایش های این محققان باشد. بر اساس اظهار نظر مک دونالد و کاپلند (۱۹۹۷) تخمیر به مدت طولانی باعث ایجاد گرما و صدمه مکانیکی به بذور می شود. اورا و وانانگامودی (۲۰۰۶) نیز بیان نمودند که ممکن است در اثر دوره طولانی تخمیر، جوانه زنی زود هنگام اتفاق افتد که در نهایت باعث کاهش جوانه زنی و کیفیت بذور می شود.

اثر متقابل رقم و دمای تخمیر بر درصد و سرعت جوانه زنی بذور در سطح احتمال پنج درصد معنی دار می باشد (جدول ۱). این بدان معنی است که ارقام مورد آزمایش در دماهای مختلف تخمیر از نظر جوانه زنی یکنواخت عمل نکرده اند. شکل های ۱ و ۲ نشان می دهد که جوانه زنی بذور در هر دو رقم با افزایش درجه حرارت از ۲۵ به ۳۵ درجه سانتیگراد به طور معنی داری کاهش می یابد. بیشترین میانگینهای درصد و سرعت جوانه زنی بذور مربوط به رقم فاراون با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد تخمیر می باشد که برای صفت درصد جوانه زنی با بذور رقم دامینیتور که در همین دما تخمیر شده اند تفاوت

معنی داری ندارد، اما برای صفت سرعت جوانه زنی در هر دو دما تفاوت بین ارقام معنی دار می باشد و رقم فاراون نسبت به دامینیتور سرعت جوانه زنی بالاتری داشته است .

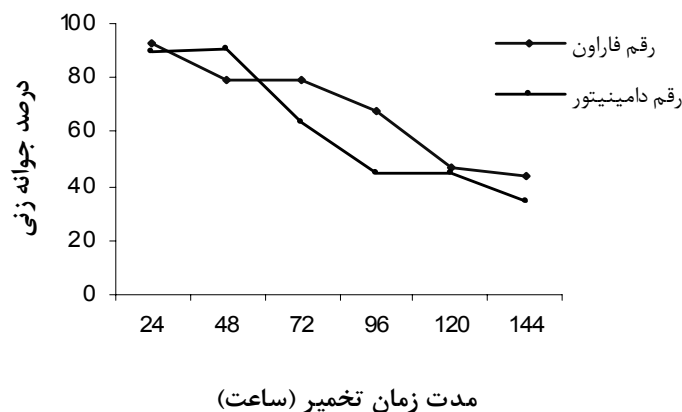


شکل ۱. اثر متقابل رقم و دمای تخمیر بر درصد جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.05$ )

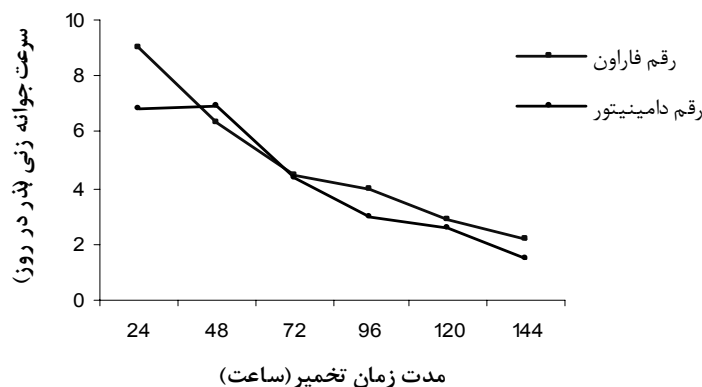


شکل ۲. اثر متقابل رقم و دمای تخمیر بر سرعت جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.05$ )

همچنین عکس العمل ارقام نسبت به سطوح مختلف مدت زمان تخمیر برای صفات درصد و سرعت جوانه زنی در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد (جدول ۱)، به نحوی که بیشترین میانگین این صفات در بذور رقم فاراون حاصل از تخمیر به مدت ۲۴ ساعت و کمترین میانگین در بذور رقم دامینیتور حاصل از تخمیر به مدت ۱۴۴ ساعت مشاهده می شود (شکل‌های ۳ و ۴). در واقع جوانه زنی بذور در هر دو رقم با افزایش مدت زمان تخمیر کاهش می یابد. در تمام سطوح مدت زمان تخمیر به جز ۴۸ ساعت، رقم فاراون نسبت به رقم دامینیتور جوانه زنی بالاتری داشته، اما تفاوت دو رقم در مدت زمانهای ۲۴ و ۱۲۰ ساعت تخمیر برای درصد جوانه زنی و زمانهای ۴۸، ۷۲ و ۱۲۰ ساعت تخمیر برای سرعت جوانه زنی معنی دار نمی باشد.



شکل ۳. اثر متقابل رقم و مدت زمان تخمیر بر درصد جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )



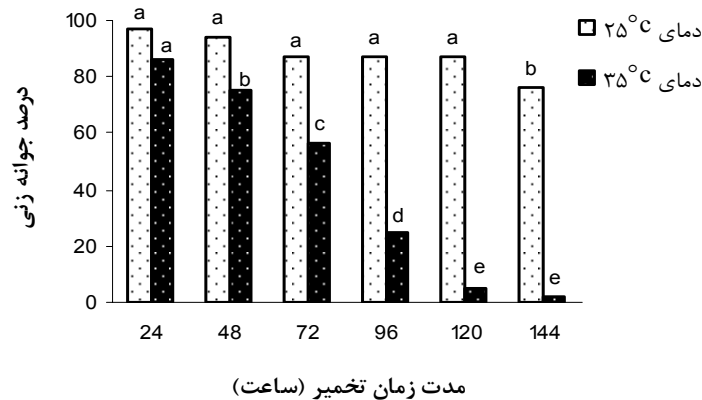
شکل ۴. اثر متقابل رقم و مدت زمان تخمیر بر سرعت جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

این نتایج مشابه یافته های سینگ و همکاران (۱۹۸۵) است. در آزمایش این محققین نیز با افزایش مدت زمان تخمیر، تفاوت معنی داری در جوانه زنی بذور دو رقم تحت آزمایش مشاهده شد به طوری که بذور رقم Punjab chuuhara پس از ۲۴ ساعت تخمیر و بذور رقم Punjab kesari پس از ۴۸ ساعت تخمیر بیشترین جوانه زنی را داشتند.

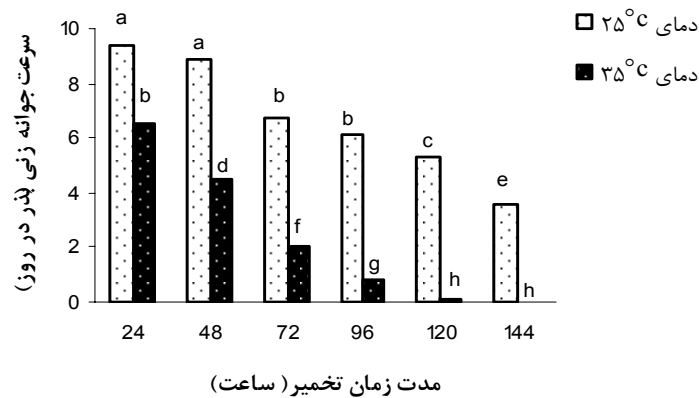
نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد اثر متقابل دما و مدت زمان تخمیر برای کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی دار می باشد (جدول ۱). مقایسه میانگینها نشان می دهد در دمای تخمیر ۲۵ درجه سانتیگراد، افزایش مدت زمان تخمیر تا ۵ روز (۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۲۰ ساعت) تفاوت معنی داری را برای درصد جوانه زنی ندارد (شکل ۵)، همچنین در همین دما، مدت زمانهای ۲۴ و ۴۸ ساعت تفاوت معنی داری برای سرعت جوانه زنی نداشته، اما این دو تیمار با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری نشان می دهند (شکل ۶). در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد، تخمیر بیش از ۲۴ ساعت باعث کاهش قابل توجهی برای درصد و سرعت جوانه زنی بذور می شود، به طوری که میانگین تمام تیمارهای زمانی به جز ۱۲۰ و ۱۴۴ ساعت تفاوت معنی داری دارد (شکلهای ۵ و ۶).

بر طبق گزارش لیپتای (۱۹۸۹)، بینه بذور نسبت به جوانه زنی به تیمارهای دمایی حساستر بوده است. در آزمایش این محقق، اپتیمم بینه بذور از تخمیر در دمای ۳۰-۱۵<sup>o</sup>C به مدت ۲۴-۴۸ ساعت بدست آمد که با نتایج ما مطابقت دارد.

همچنین آلکسیو و توکاروا (۱۹۷۵) در طی مطالعات خود مشاهده کردند در دمای  $25^{\circ}\text{C}$ ، تخمیر تا ۶ روز به جوانه زنی بذور آسیب نمی رسد، اما در دماهای بالاتر از  $25^{\circ}\text{C}$ ، بذور پس از ۲۴ ساعت تخمیر باید شسته شوند. با توجه به اینکه دما تعیین کننده طول فرایند تخمیر است (آگراوال، ۱۹۹۵)، طبیعی است که جوانه زنی بذور حاصل از تخمیر با دما و مدت زمانهای مختلف متفاوت باشد. سیلوا و همکاران (۱۹۸۲) عنوان نمودند تخمیر طولانی تر و دمای بیشتر در طول تخمیر باعث کاهش بیشتر جوانه زنی می شود. در این تحقیق نیز مشاهده می شود که بذور حاصل از تخمیر در دمای بالا (۳۵ درجه سانتیگراد) جوانه زنی کمتری نسبت به دمای ۲۵ درجه سانتیگراد داشته و وقتی دمای بالا با مدت طولانی تخمیر ترکیب می شود جوانه زنی به میزان زیادی کاهش می یابد.



شکل ۵. اثر متقابل دما و مدت زمان تخمیر بر درصد جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

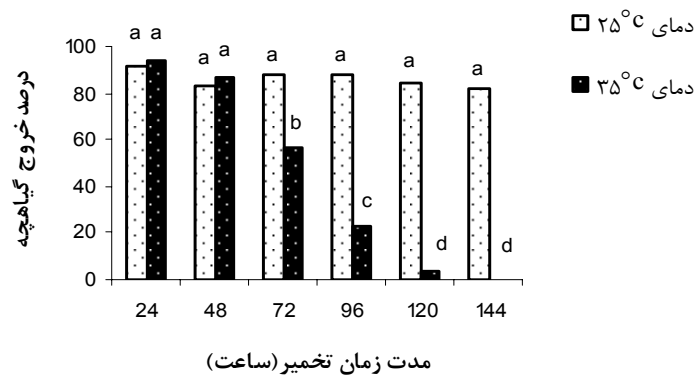


شکل ۶. اثر متقابل دما و مدت زمان تخمیر بر سرعت جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

همچنین نتایج نشان می دهد در تخمیر با دمای ۲۵ درجه سانتیگراد خروج گیاهیچه تحت تاثیر افزایش مدت زمان قرار نگرفته و اختلاف معنی داری بین خروج گیاهیچه این بذور و همچنین بذور حاصل از تخمیر در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت وجود ندارد، اما در این دما (۳۵ درجه سانتیگراد) با افزایش مدت زمان تخمیر از ۴۸ ساعت تا ۱۴۴ ساعت، کاهش معنی داری در این صفت مشاهده شد، به طوریکه تخمیر به مدت ۱۴۴ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد بر خروج گیاهیچه اثر منفی شدیدی داشته و هیچکدام از بذور حاصله سبز نشدند (شکل ۷). در واقع می توان گفت در حالیکه درصد خروج گیاهیچه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در تمام تیمارهای زمانی بالا بوده است، با افزایش دما به ۳۵ درجه

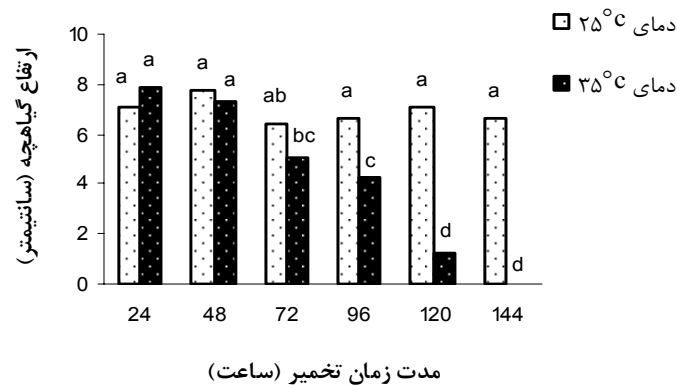


سانتیگراد، در دوره های طولانی تخمیر کاهش معنی داری می یابد، این روند کاهشی می تواند تا حد زیادی به علت صدمه وارد شده به بذر در اثر دمای بالا باشد که در نتیجه درصد سبز شدن گیاهچه کاهش می یابد.

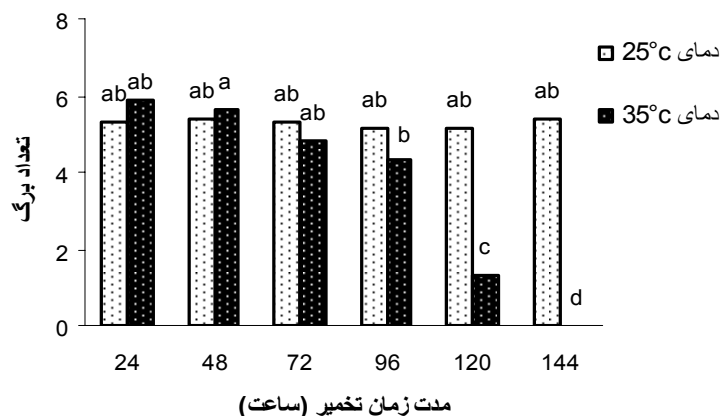


شکل ۷. اثر متقابل دما و مدت زمان تخمیر بر درصد خروج گیاهچه گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

دوره های طولانی تر از ۴۸ ساعت تخمیر در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و طولانیتر از ۹۶ ساعت تخمیر در همین دما به ترتیب در ارتفاع و تعداد برگ گیاهچه اثر کاهشی معنی داری داشته و تقریباً همان رابطه ای که بین تیمارها در صفت خروج گیاهچه مشاهده شد در مورد این صفات نیز صادق است (شکل های ۸ و ۹). می توان چنین نتیجه گرفت که با وجودی که دو صفت ارتفاع و تعداد برگ گیاهچه خصوصیات مربوط به رقم می باشند، اما به علت دیرتر سبز شدن بذور در اثر صدمه وارد شده به آنها در اثر دمای بالای تخمیر (مک دونالد و کاپلند، ۱۹۹۷) رشد اولیه گیاهچه کاهش یافته است.

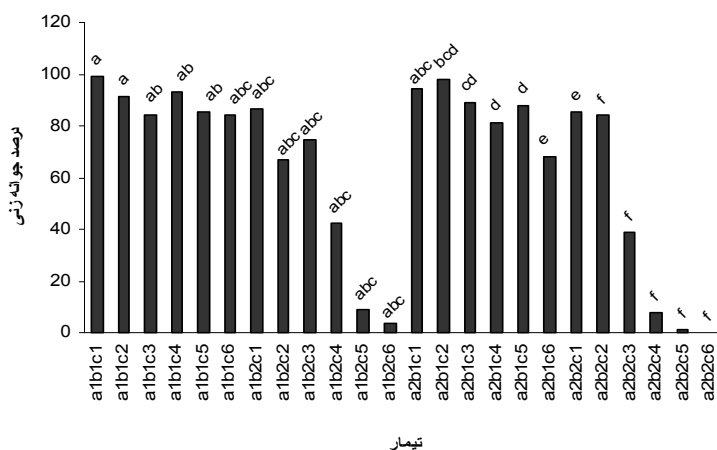


شکل ۸. اثر متقابل دما و مدت زمان تخمیر بر ارتفاع گیاهچه گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

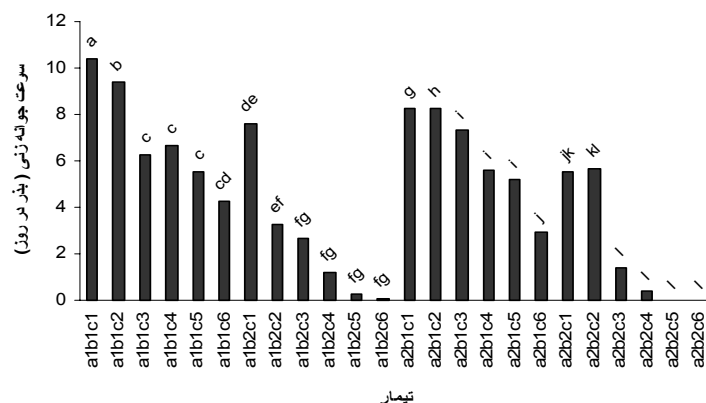


شکل ۹. اثر متقابل دما و مدت زمان تخمیر بر تعداد برگ گیاهچه گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

اثر عوامل سه گانه رقم، دمای تخمیر و مدت زمان تخمیر برای صفات درصد و سرعت جوانه زنی معنی دار می باشد (جدول ۱). بهترین ترکیب عاملها برای درصد و سرعت جوانه زنی بذور رقم فارون، تخمیر در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت می باشد (با میانگین درصد جوانه زنی ۹۸/۹٪ و سرعت جوانه زنی ۱۰/۴۳ عدد بذر در روز) که اختلاف این تیمار با بقیه تیمارها برای سرعت جوانه زنی معنی دار می باشد، اما برای درصد جوانه زنی اختلافش با تعدادی از تیمارها معنی دار نمی باشد. برای رقم دامینیتور، تخمیر به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد (با میانگین درصد جوانه زنی ۹۷/۷۸٪ و سرعت جوانه زنی ۸/۲۷ عدد بذر در روز) بهترین ترکیب بوده، هر چند اختلاف این تیمار با تیمارهای ۲۴ و ۷۲ ساعت تخمیر و دمای ۲۵ درجه برای سرعت جوانه زنی و با تعدادی از تیمارها برای درصد جوانه زنی معنی دار نمی باشد (شکل های ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰. اثر تیمارهای مختلف رقم، دما و مدت زمان تخمیر بر درصد جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )



شکل ۱۱. اثر تیمارهای مختلف رقم، دما و مدت زمان تخمیر بر سرعت جوانه زنی بذر گوجه فرنگی ( $P \leq 0.01$ )

## نتیجه گیری

کیفیت بذور هر دو رقم گوجه فرنگی که با صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، خروج ریشه چه و رشد اولیه گیاهیچه اندازه گیری شده تحت تاثیر درجه حرارت و مدت زمان تخمیر بوده است. دمای بیش از ۲۵ درجه سانتیگراد و مدت زمان طولانی تخمیر برای کیفیت مناسب بذر گوجه فرنگی مناسب نیست، اما چون نتایج مطلوب از ترکیب دو عامل دما و مدت زمان تخمیر به دست آمده است، در مواردی که درجه حرارت محیط بالاست، جهت بدست آوردن کیفیت مناسب بذر باید مدت زمان تخمیر را کاهش داد.

## منابع

1. Agrawal, R.L. 1995. Seed Technology. 2nd ed. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. LTD. New Delhi Calcutta, Pp: 222-246.
2. Alekseev, R.V., and Tokareva. N.N. 1975. Fermentation temperature during seed extraction, seed germination and productivity of tomato plants. Sbornik Nauchnykh Trudov VNII Oroshaemogo Ovoshchevodstva i Bakhchevodstva (3-4): 241-248
3. Baldo, N. B., and Vallador, D.M. 1985. The influence of fermentation time and fruit maturity on the seed quality of tomato. CMU Journal of Agriculture, Food and Nutrition 7(4): 246-253.
4. Baldo, N.B., Vallador, D.M., and Fonollera, V.C. 1985. Effect of fermentation period on germination and vigor of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst. ex Farw.). CMU Journal of Agriculture, Food and Nutrition 7(2): 78-82.
5. Brar, P.S., and Singh, H. 1984. Effect of different methods of tomato seed extraction on seed recovery and its germination. Haryana Journal of Horticultural Sciences. 13(3-4): 161-164.
6. Desai, B.B. 2004. Seeds handbook, biology, production, processing and storage. 2nd ed, Marcel Dekker, INC. New York. Basel, Pp: 233-359.
7. Eevera, T., and Vanangamudi, K. 2006. Tomato. P159-185, In: Vanangamudi, K., N. Natarajan., P. Srimathi., K. Natarajan., T. Saravanan., M. Bhaskaran., A. Bharathi., P. Natesan., and K. Malarkodi (eds.), Advances in science and technology, Vol.2. Quality seed production in vegetables. Agrobios, India.
8. Fenwick kelly, A., and George, R.A.T. 1998. Encyclopedia of seed production of world crops. John Willey & SONS, Pp: 356-364.
9. George, R.A.T. 1999. Vegetable seed production. 2nd ed. CABI Publishing. 336p.
10. Gray, D., and Finch-Savage, W. E. 1994. Timing of vegetable production – the role of crop establishment and forecasting techniques. Acta.Hort, 371: 29-36.
11. Grigoryan, G.A. 1977. Changes in seed quality in tomato in relation to variety and fertilizer treatment. Biologicheskii Zhurnal Armenii Hayastani Kensabanakan Handes. 30(12): 21-25.

12. Kanwar, S.S. 1989. Quality seed production technique of tomato. *Seeds and farms*. 15(6): 20-23.
13. Liptay, A. 1989. Extraction procedures for optimal tomato seed quality. *Acta.Hort*, 253: 163-170.
14. Lower, R.L., and Cadregari, C.H. 1965. Effects of fermentation on germination of tomato seed. *Veg. Imp. Newsletter* 7:12-17.
15. McDonald, M.B., and Copeland, L.O. 1997. *Seed production, principles and practices*. Chapman & Hall, New York, NY, Pp: 590-643.
16. Pandita, V.K., Randhawa, K.S., and Modi, B.S. 1996. Seed quality in relation to fruit maturity stage and duration of pulp fermentation in tomato. *Gartenbauwissenschaft* 61(1): 33-36.
17. Silva, R.F., Koch, R.B., and Moore, E.L. 1982. Effect of extraction procedures on tomato seed germination and vigour. *Seed Sci. & Tech.* 10: 187-191.
18. Singh, G., Singh, H. and Dillon, T.S. 1985. Some aspects of seed extraction in tomato. *Seed Research* 13(2): 67-72.
19. Saravanan, T., And Vanangamudi, K. 2006. Post-harvest processing of vegetable seeds. P149-157, In: Vanangamudi, K., N. Natarajan., P. Srimathi., K. Natarajan., T. Saravanan., M. Bhaskaran., A. Bharathi., P. Natesan., and K. Malarkodi (eds.), *Advances in science and technology, Vol.2. Quality seed production in vegetables*. Agrobios, India.
20. Thirumalmurugan, V., Arunkumar, R., Kannan, K., Latha, K., and Nanthakumar. S. 2006. Floral and fruit structures in vegetables. P55-78, , In: Vanangamudi, K., N. Natarajan., P. Srimathi., K. Natarajan., T. Saravanan., M. Bhaskaran., A. Bharathi., P. Natesan., and K. Malarkodi (eds.), *Advances in science and technology, Vol.2. Quality seed production in vegetables*. Agrobios, India.
21. Valdes, V.M., and Gray, D. 1998. The influence of stage of fruit maturation on seed quality in tomato (*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karsten. *Seed Sci. & Technol.*, 26: 309-318.

# The effect of temperature and period of fermentation on seed quality of two cultivar's tomato

T. Nazdar<sup>1, \*</sup>, H. Nemati<sup>2</sup>, H.Aroei<sup>3</sup> and M. Azizi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Former M.Sc. Student, Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, <sup>2,3</sup> Assistant Prof. Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran <sup>4</sup> Associate Prof. Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran,

## Abstract

In order to investigate the best condition for tomato seed extraction, a factorial experiment (2×2×6) with 3 replications was conducted. Pulp of two tomato cultivars (Faraon, Dominator) were fermented at two temperature (25 °C, 35 °C) and six period (24, 48, 72, 96, 120, 144h). The germination of seeds in laboratory as well as seedling emergence and preliminary growth in greenhouse were studied and measured. The results showed that effects of cultivar, temperature of fermentation, duration of fermentation and also interaction effects on seed germination were significant. The most percentage germination and germination rate was obtained in seed extracted after 24h fermentation at 25 °C for Faraon cultivar. The cultivar had not a significant effect on seedling emergence, but its effect on seedling preliminary growth (height and the number of leaf) was significant ( $P \leq 0.05$ ). There were not an interaction between cultivar and other factors on all traits which measured in greenhouse, but the effect of fermentation temperature, fermentation period and interaction between them on mentioned traits was significant ( $P \leq 0.01$ ). In conclusion, seed quality decreased with increasing temperature and duration of fermentation. Overall, the fermentation duration from 24 – 48h at temperature 25 °C, is recommended.

**Keywords:** tomato, seed, germination, fermentation and temperature.