اثر آماده سازی اسمزی بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

مرتضی اکرمیان، سید حسین حسینی، ابراهیم کازرونی منفرد و پرویز رضوانی مقدم[1]

چکیده

آماده سازی اسمزی عبارت از آبگیری کنترل شده بذرها در یک محلول اسمزی است به گونه‌ای که فعالیت‌های متابولیکی قبل از جوانه‌زنی انجام شود اما از خروج ریشه‌چه جلوگیری به عمل آید. این تیمار می‌تواند افزایش سرعت، درصد و یکنواختی جوانه‌زدن و سبز شدن بذرها یا گیاهچه‌ها را به دنبال داشته باشد. این مطالعه به منظور بررسی اثر آماده سازی اسمزی بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه رازیانه و به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در ظروف پتری صورت گرفت. بذرهای رازیانه در محلول‌های سدیم کلرید (NaCl)، پتاسیم کلرید (KCl)، پتاسیم نیترات (KNO_3) و پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (PEG 6000) با پتانسیل اسمزی ۱- ، ۱/۵- و ۲- مگا پاسکال به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای ۲۰°C تیمار شدند. آماده سازی اسمزی با هر یک از مواد مورد آزمایش به طور معنی‌داری موجب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید به طوری که برتری درصد جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده با NaCl نسبت به بذرهای تیمار نشده ۹۷ درصد بود. همچنین بذرهای تیمار شده با NaCl، KCl و PEG سرعت جوانه‌زنی بالاتر و طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه بیشتری از خود نشان دادند. در این آزمایش افزایش طول مدت تیمار اثر منفی بر صفات مورد بررسی گذاشت و تیمار با نمک‌های غیر آلی به جز KNO_3 نتیجه بهتری نسبت به PEG در پی داشت. در این رابطه پیشنهاد می‌گردد اثر آماده سازی بذر بر سبز شدن و رشد گیاه رازیانه در شرایط مزرعه نیز مورد بررسی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آماده سازی بذر، جوانه‌زنی، رازیانه.

مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گیاهی متعلق به خانواده چتریان[1] و بومی نواحی مدیترانه‌ای است (۶). خاصیت درمانی میوه‌های این گیاه در اکثر دارونامه‌ها مورد تاکید قرار گرفته است و مدت‌های طولانی است که رازیانه به عنوان یک گیاه دارویی و ادویه‌ای مورد توجه قرار دارد (۱۷ و ۲۸). از اسانس این گیاه به فراوانی در تهیه فراورده‌های دارویی و آرایشی و بهداشتی، به عنوان مطبوع کننده در صنایع غذایی و نوشابه سازی و نیز در صنایع عطر سازی استفاده می‌شود (۶، ۲۷ و ۲۸). رازیانه و فراورده‌های دارویی آن برای درمان برخی ناراحتی‌های گوارشی به کار گرفته می‌شوند (۱۷ و ۲۷).

در چرخه زندگی گیاهان مرحله جوانه‌زنی و سبز شدن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است به طوری که در استقرار مطلوب و عملکرد نهایی عامل مهم وتعیین کننده به شمار می‌رود (۱۲ و ۲۴). استقرار سریع گیاهچه موجب افزایش توان آن برای مقابله با شرایط نامساعد محیطی و مشکلات ناشی از آفات و بیماری‌ها می‌شود (۲۵). علاوه بر این، سبز شدن سریع و یکنواخت گیاهچه‌ها موجب بهینه سازی نمو گیاه و مدیریت محصول تا زمان برداشت می‌شود. جوانه‌زنی

۱- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران و دانشجویان سابق کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

2- Apiaceae (Umbelliferae)

Archive of SID

www.SID.ir

و سبز شدن را می‌توان از طریق تیمارهای بهبود بذر از قبیل آماده سازی اسمزی[1] بهبود بخشید.

آماده سازی اسمزی عبارت از آبگیری کنترل شده بذرها در یک محلول اسمزی است. این آبگیری انجام فعالیت‌های متابولیکی قبل از جوانه‌زنی را ممکن می‌سازد، در حالی که برای خروج ریشه‌چه از میان پوسته بذر ناکافی است (۲، ۱۹، ۲۵ و ۳۴). این روش یک تیمار معمول قبل از کاشت بذرهاست که به ویژه تحت شرایط نامطلوب محیطی موجب افزایش سرعت، درصد و یکنواختی جوانه‌زدن و سبز شدن بذرها یا گیاهچه‌ها می‌شود (۷، ۱۹، ۲۱، ۲۵ و ۳۰). ساز و کار کلی این تیمار بدین گونه شرح داده می‌شود که در طی آماده سازی اسمزی بذرها، انتقال مواد ذخیره‌ای، فعال سازی و سنتز چندین آنزیم، سنتز DNA و RNA، تولید ATP و بهبود غشای سیتوپلاسمی در آنها آغاز می‌شود (۳). پس از انجام تیمار، با حذف موانع جوانه‌زنی، رشد سریع جنین مشاهده می‌گردد. برخی تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی که در بذرها در طی آماده سازی اسمزی یا در پی انجام آن روی می‌دهد شامل سنتز ماکرو مولکول‌ها، فعالیت چندین آنزیم، افزایش بنیه جوانه‌زنی و شکستن خفتگی می‌باشد (۱۰، ۳۱ و ۳۲). برای آماده سازی اسمزی بذرها در میان گونه‌ها، ارقام و حتی توده‌های بذری[2] نیازهای متفاوتی از نظر نوع ترکیب و پتانسیل اسمزی محلول، طول مدت تیمار و دما وجود دارد (۲، ۹ و ۱۶). پاسخ بذرها به آماده سازی اسمزی تا حد زیادی به پتانسیل اسمزی محلول وابسته می‌باشد (۲). علاوه بر این، طول مدت تیمار نیز حائز اهمیت می‌باشد و برای برخی گیاهان گزارش شده است (۲). به عنوان مثال مورای (۲۳) گزارش کرد که درصد نهایی سبز شدن گیاهچه‌های هویج با افزایش طول مدت آماده سازی اسمزی بذرهای آن کاهش یافت. تیمار بذرهای فلفل با PEG به مدت ۶ روز در مقایسه با ۴ یا ۵ روز نیز ایجاد گیاهچه‌های غیر عادی بیشتری در پی دارد (۵).

با توجه به مطالب فوق، هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر آماده سازی اسمزی بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه رازیانه و تعیین شرایط اسمزی بهینه مورد نیاز برای آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۳ در مکان آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد و بر روی بذرهای توده بومی خراسان انجام گرفت. قبل از شروع آزمایش ابتدا بذرها به مدت دو دقیقه در محلول سه درصد هیپوکلریت سدیم ضد عفونی و سپس چندین مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس این بذرها در محلول‌های پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (PEG 6000)، پتاسیم نیترات (KNO_3)، پتاسیم کلرید (KCl) و سدیم کلرید (NaCl) با پتانسیل‌های اسمزی ۱-، ۱/۵- و ۲- مگا پاسکال به مدت ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در تاریکی و دمای 20^oC تیمار شدند (۱۵ میلی لیتر محلول بر هر گرم بذر). در دمای 20^oC، برای تهیه محلول‌های PEG 6000 از روش میچل و کافمن (۲۲) و برای تهیه محلول‌های نمک از فرمول زیر استفاده گردید:

$$\Phi = -m.i.R.T$$

که در آن m و i به ترتیب غلظت مولی و ضریب ثابت یونیزاسیون ماده حل شونده، R عدد ثابت گازها (0.00831MPa.Li/mol/^oK)، T دمای مطلق ($^oK = {}^oC + 273.15$) و Φ پتانسیل اسمزی محلول برحسب مگاپاسکال می‌باشد (۳۳).

به منظور جلوگیری از تبخیر محلول‌ها، در طی تیمار ظروف پتری با نوارهای پلاستیکی پوشانده شدند. پس از انجام تیمار، بذرهای هر تیمار به طور جداگانه در زیر آب روان شستشو داده شدند به طوری که بقایای نمک یا PEG از سطح آنها بر طرف شد. سپس بذرها تا قبل از آزمون

1- Osmopriming (Osmoconditioning)
2- Seed lots

Archive of SID

www.SID.ir

جوانه‌زنی به مدت ۳۶ ساعت در دمای اتاق خشک گردیدند.

به منظور آزمون جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده، سه تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و برای هر تکرار تعداد ۳۰ عدد بذر درون ظروف پتری ۹ سانتی متری ضدعفونی شده قرار گرفت. سپس به ظروف پتری که در کف آنها یک عدد کاغذ صافی واتمن قرار داده شده بود، به مقدار کافی آب مقطر اضافه شد و به دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۰°C منتقل گردیدند (۱۵). علاوه بر بذرهای تیمار شده، سه تکرار از بذرهای تیمار نشده نیز به عنوان شاهد در ژرمیناتور قرار داده شد. شمارش بذرهای جوانه زده به صورت روزانه و در ساعتی معین انجام شد به طوری که بذرهایی که ریشه‌چه آنها قابل رویت بود به عنوان بذرهای جوانه زده شمارش شدند. شمارش تا روز پانزدهم، هنگامی که در تعداد بذرهای جوانه زده ظروف پتری تغییری مشاهده نمی‌شد، ادامه یافت. برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی از فرمول‌های زیر استفاده گردید:

درصد جوانه‌زنی = $T/S \times 100$

مدت لازم برای جوانه‌زنی (سرعت جوانه‌زنی) = $\Sigma(N_i \times D_i)/T$

که در آن T تعداد بذرهای جوانه زده، S تعداد بذرهای قرار داده شده در هر ظرف پتری، N_i تعداد بذرهای جوانه زده در روز iام و D_i تعداد روزها پس از شروع آزمایش می‌باشد (۸). در پایان روز پانزدهم، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه‌ها با استفاده از ۵ نمونه از هر ظرف پتری اندازه گیری شد.

در این مطالعه از آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور به صورت ۳×۴×۳ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. قبل از تجزیه واریانس از داده‌های درصدی، Arcsin□x گرفته شد، اما مقادیر واقعی آنها در متن نشان داده شده است. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار MSTAT-C استفاده شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس واکنش اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه رازیانه به آماده سازی اسمزی بذرها در جدول ۱ نشان داده شده است.

درصد جوانه‌زنی

بین مواد مورد آزمایش از نظر درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P<0/01$) (جدول ۱). تیمار بذرها با هر یک از مواد مورد آزمایش موجب افزایش درصد جوانه‌زنی گردید به طوری که برتری درصد جوانه‌زنی در بذرهای

جدول۱: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) واکنش اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه رازیانه به آماده سازی اسمزی بذرها (A: طول مدت تیمار، B: نوع ماده و C: پتانسیل اسمزی محلول).

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	مدت لازم برای جوانه‌زنی	وزن تر گیاهچه	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
A	۲	۲۹۲۰**	۲/۳۴**	۹۲/۷۰**	۰/۷۹*	۲۱/۷۰**	۰/۴۲**
B	۳	۲۱۱۸**	۴/۰۲**	۹۱۰/۲۰**	۱۲/۴۰**	۳۱/۹۰**	۰/۳۳**
C	۲	۶۴^{NS}	۰/۱۵^{NS}	۱۳/۸۰^{NS}	۰/۰۴^{NS}	۰/۲۰^{NS}	۰/۰۱^{NS}
A.B	۶	۶۴۶**	۱/۱۵**	۴۰۰/۲۰**	۶/۰۰**	۶/۹۰**	۰/۳۹**
A.C	۴	۲۷۹**	۰/۳۱^{NS}	۴۲/۶۰**	۰/۱۷^{NS}	۲/۰۰*	۰/۰۵^{NS}
B.C	۶	۱۲۵^{NS}	۰/۴۱*	۷/۹۰^{NS}	۰/۱۵^{NS}	۰/۹۰^{NS}	۰/۰۲^{NS}
A.B.C	۱۲	۷۷^{NS}	۰/۱۹^{NS}	۳۸/۰۰**	۰/۳۹*	۱/۴۰^{NS}	۰/۰۷^{NS}
خطا	۷۲	۶۱	۰/۱۴	۱۱/۳۶	۰/۲۰	۰/۸۰	۰/۰۷

* و ** و NS به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲: اثر نوع ماده مورد استفاده برای آماده سازی اسمزی بذرهای رازیانه بر صفات مورد بررسی در آزمایش.

نوع ماده	درصد جوانه‌زنی	مدت لازم برای جوانه‌زنی (روز)	وزن تر گیاهچه (میلی گرم)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
PEG	۷۲/۶۳ ^{b*}	۵/۳۶ ^{b}	۲۸/۶۴ ^{b}	۶/۲۸ ^{a}	۳/۳۱ ^{b}	۱/۹۱ ^{a}
KNO_3	۵۸/۶۹ ^{c}	۵/۸۷ ^{a}	۲۳/۲۰ ^{c}	۴/۳۶ ^{b}	۲/۵۹ ^{c}	۱/۷۳ ^{b}
KCl	۷۵/۵۷ ^{ab}	۵/۱۶ ^{bc}	۳۵/۶۸ ^{a}	۶/۶۳ ^{a}	۴/۱۷ ^{a}	۱/۶۵ ^{b}
NaCl	۷۸/۸۱ ^{a}	۴/۹۸ ^{c}	۳۴/۶۸ ^{a}	۶/۶۴ ^{a}	۳/۹۵ ^{a}	۱/۷۲ ^{b}
شاهد	۴۰/۱۰ ^{d}	۵/۳۸ ^{b}	۲۹/۲۶ ^{b}	۵/۵۶ ^{b}	۳/۱۶ ^{b}	۱/۷۷ ^{b}

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی دار ندارند.

تیمار شده با NaCl نسبت به بذرهای تیمار نشده ۹۷ درصد بود (جدول ۲). در این آزمایش درصد جوانه‌زنی بذرها به طور معنی‌داری تحت تاثیر طول مدت تیمار قرار گرفت (P<۰/۰۱) (جدول ۱). با افزایش طول مدت تیمار از یک روز به سه روز، درصد جوانه‌زنی بذرها از ۸۰/۳ درصد به ۶۲/۳ درصد کاهش یافت (جدول ۳). نتایج همچنین نشان داد که اثرات متقابل بین دو فاکتور نوع ماده و طول مدت تیمار در رابطه با درصد جوانه‌زنی معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی به ترتیب به بذرهای تیمار شده در NaCl برای مدت یک روز و بذرهای تیمار شده در KNO_3 برای مدت سه روز اختصاص داشت (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل طول مدت تیمار و پتانسیل اسمزی محلول نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) به نحوی که در هریک از پتانسیل‌های اسمزی با کاهش طول مدت تیمار درصد جوانه‌زنی بذرها افزایش یافت (شکل ۱).

موروميكل و کاوالارو (۲۱) با انجام آزمایش بر روی بذرهای دو رقم گوجه فرنگی گزارش کردند که آماده سازی اسمزی بذرها با PEG 6000 و KNO_3+K_3PO_4 افزایش درصد جوانه‌زنی را در محیط‌هایی با پتانسیل آب مختلف در پی داشت. همچنین بذرهای سرخارگل (*Echinacea purpurea*) تیمار شده با PEG نسبت به بذرهای شاهد از درصد جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بوده‌اند (۳۰) و در شرایط نامطلوب دمایی درصد جوانه‌زنی بیشتری در بذرهای خربزه تیمار شده با KNO_3 در مقایسه با بذرهای تیمار نشده مشاهده شده است (۸) که نتایج فوق با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد. افزایش درصد جوانه‌زنی را می‌توان به متابولیسم RNA و پروتئین نسبت داد که با آماده سازی اسمزی بذرها افزایش می‌یابد (۲۰). بنابراین آماده سازی اسمزی را می‌توان پیش نیاز افزایش قابلیت جوانه‌زنی بذرها دانست (۱۴).

مدت لازم برای جوانه‌زنی (سرعت جوانه‌زنی)

اثر نوع ماده بر سرعت جوانه‌زنی بذرها معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) (جدول ۱). تیمار بذرها با NaCl مدت لازم برای جوانه‌زنی را به مدت ۰/۴ روز کاهش داد (جدول ۲). طول مدت تیمار نیز اثر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی بذرها داشت (P<۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در بذرهای تیمار شده برای مدت یک روز و سه روز مشاهده شد (جدول ۳). بر مبنای نتایج تجزیه واریانس بین اثرات متقابل نوع ماده و طول مدت تیمار تفاوت معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۱) (جدول ۱). در بهترین حالت مدت لازم برای جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده در NaCl برای مدت یک روز، ۴/۸ روز و در بدترین حالت در بذرهای تیمار شده در KNO_3 برای مدت سه روز، ۶/۶ روز بود (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل پتانسیل اسمزی محلول و نوع ماده نیز در این رابطه معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) به نحوی که بذرهای تیمار شده با محلول KCl با پتانسیل

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳: اثر طول مدت آماده سازی اسمزی بذرهای رازیانه بر صفات مورد بررسی در آزمایش.

طول مدت تیمار	درصد جوانه‌زنی	مدت لازم برای جوانه‌زنی (روز)	وزن تر گیاهچه (میلی گرم)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
۲۴ ساعت	۸۰/۳۳^{a*}	۵/۱۳ ^{b}	۳۱/۵۲ ^{a}	۶/۷۱^{a}	۳/۶۴ ^{a}	۱/۸۴ ^{a}
۴۸ ساعت	۷۱/۶۳ ^{b}	۵/۲۷ ^{b}	۳۱/۴۲ ^{a}	۶/۰۶ ^{b}	۳/۴۵ ^{ab}	۱/۷۸ ^{a}
۷۲ ساعت	۶۲/۳۲ ^{c}	۵/۶۳ ^{a}	۲۸/۷۰ ^{b}	۵/۱۶ ^{c}	۳/۳۵ ^{b}	۱/۶۳ ^{b}

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌دار ندارند.

اسمزی ۱/۵- مگا پاسکال از بالاترین سرعت جوانه‌زنی برخوردار بودند (شکل ۱).

پرزگارسیا و همکاران (۲۹) با آماده سازی اسمزی بذرهای دو رقم کرفس در محلول نمک‌های غیر آلی مانند KNO_3، KCl و NaCl و محلول PEG 8000 با پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگا پاسکال نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد بیشتر بود. آنها همچنین مشاهده کردند که تیمار بذرها با محلول نمک‌های غیر آلی نسبت به PEG 8000 در این رابطه موثرتر بود. نتایج مشابه در مورد بذرهای سرخارگل (۳۰)، خربزه (۸ و ۲۵) و گوجه فرنگی (۲۱) نیز به دست آمده است. به نظر می‌رسد چندین عامل موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده در این آزمایش شد که شامل افزایش سرعت فعال سازی آنزیم‌ها و انبساط سلولی می‌باشد (۴ و ۱۳). همچنین ممکن است عامل بیشتر بودن سرعت جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده در محلول نمک‌های غیر آلی نسبت به PEG مربوط به پیشرفت بیشتر مراحل جوانه‌زنی در آنها باشد که با سرعت بیشتر جذب آب در ارتباط است (۲۱). در واقع یون‌های موجود در محلول‌های نمک می‌توانند به داخل جنین نفوذ کنند. محتوای K^{+} در جنین بذرهای گوجه فرنگی تیمار شده

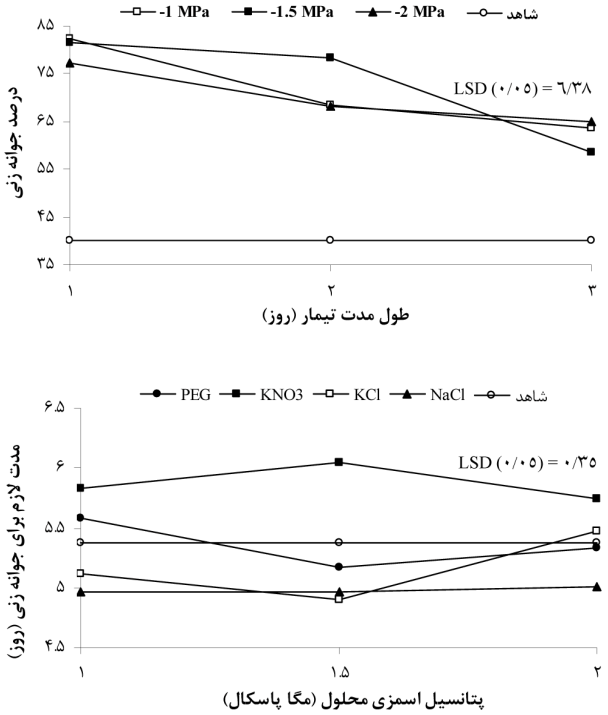
جدول ٤: اثرات متقابل نوع ماده و طول مدت آماده سازی اسمزی بذرها بر صفات مورد بررسی در آزمایش.

نوع ماده	طول مدت تیمار	درصد جوانه-زنی	مدت لازم برای جوانه‌زنی	وزن تر گیاهچه (میلی گرم)	طول ریشه‌چه (سانتی متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه
	۲۴ ساعت	۷۴/۵۵ ^{cd*}	۵/۳۹^{c}	۳۰/۱۱^{cde}	۶/۵۵^{ab}	۳/۵۷ ^{bcd}	۱/۸۴ ^{abc}
PEG	۴۸ ساعت	۷۰/۳۰^{d}	۵/۴۰^{c}	۲۸/۶۹^{de}	۶/۲۷^{ab}	۳/۱۴ ^{de}	۲/۰۱ ^{a}
	۷۲ ساعت	۷۳/۰۳^{cd}	۵/۲۸^{c}	۲۷/۱۱^{e}	۶/۰۶^{b}	۳/۲۳ ^{cde}	۱/۸۷ ^{ab}
	۲۴ ساعت	۷۹/۴۴^{abc}	۵/۱۶^{cd}	۳۰/۷۶^{cd}	۶/۲۷^{ab}	۳/۶۳ ^{bc}	۱/۷۲ ^{abc}
KNO_3	۴۸ ساعت	۵۷/۰۹^{e}	۵/۸۲^{b}	۲۸/۲۴^{de}	۴/۶۷^{c}	۲/۹۸ ^{e}	۱/۵۸ ^{cde}
	۷۲ ساعت	۳۹/۵۴^{f}	۶/۶۳^{a}	۱۰/۵۸^{f}	۲/۱۶^{d}	۱/۱۷ ^{f}	۱/۸۷ ^{ab}
	۲۴ ساعت	۸۲/۹۱^{ab}	۵/۱۱^{cde}	۳۲/۱۳^{c}	۶/۸۵^{ab}	۳/۷۰ ^{bc}	۱/۸۶ ^{abc}
KCl	۴۸ ساعت	۷۵/۴۶^{bcd}	۵/۰۹^{cde}	۳۵/۸۲^{ab}	۶/۵۹^{ab}	۳/۹۸ ^{b}	۱/۶۸ ^{bcd}
	۷۲ ساعت	۶۸/۳۵^{d}	۵/۲۸^{c}	۳۹/۰۹^{a}	۶/۴۰^{ab}	۴/۵۲ ^{a}	۱/۴۲ ^{de}
	۲۴ ساعت	۸۴/۴۱^{a}	۴/۷۶^{e}	۳۲/۶۷^{bc}	۷/۱۳^{a}	۳/۶۷ ^{bc}	۱/۹۵ ^{ab}
NaCl	۴۸ ساعت	۸۳/۶۶^{a}	۴/۸۶^{de}	۳۳/۳۶^{bc}	۶/۷۱^{ab}	۳/۶۹ ^{bc}	۱/۸۵ ^{abc}
	۷۲ ساعت	۶۸/۳۵^{d}	۵/۳۱^{c}	۳۸/۰۰ ^{a}	۶/۰۶^{b}	۴/۴۸ ^{a}	۱/۳۶ ^{e}
شاهد	-	۴۰/۱۰^{f}	۵/۳۸^{c}	۲۹/۲۶^{cde}	۵/۵۶^{b}	۳/۱۶ ^{cde}	۱/۷۷ ^{abc}

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



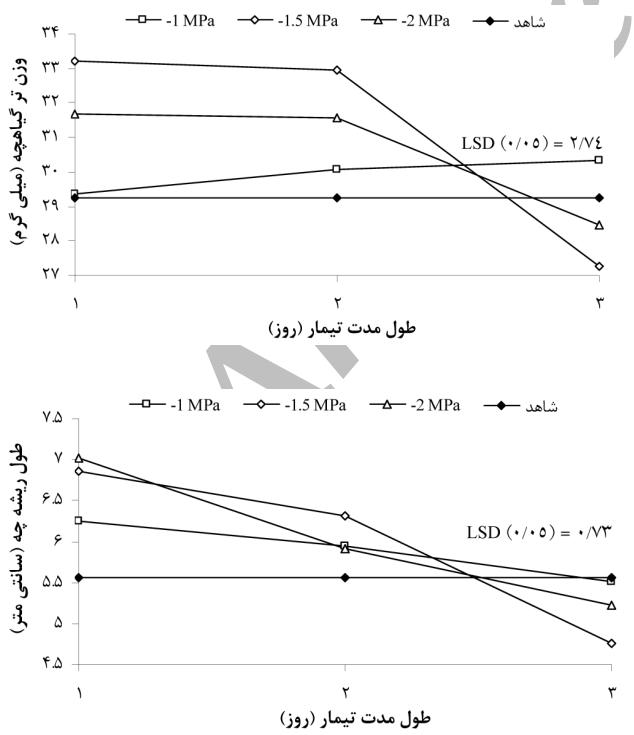
شکل۱: اثرات متقابل طول مدت تیمار و پتانسیل اسمزی محلول در رابطه با درصد جوانه‌زنی بذرها (سمت راست) و نوع ماده و پتانسیل اسمزی محلول در رابطه با سرعت جوانه‌زنی آن‌ها (سمت چپ).

در KNO_3 نسبت به جنین بذرهای تیمار نشده بیش از ۵۰ درصد زیادتر بوده که بی تردید در جذب اسمزی آب توسط بذرها مشارکت دارد (۱). درصد بیشتر محتوای آب بذرهای خربزه پس از آماده سازی اسمزی با محلول‌های نمک نسبت به محلول‌های PEG و متعاقبا سرعت جوانه‌زنی بیشتر آنها توسط ناسیمنتو (۲۵) نیز گزارش شده است که تایید کننده مطالب فوق می‌باشد.

وزن تر گیاهچه‌ها

بذرهای تیمار شده با مواد مختلف از نظر وزن تر گیاهچه با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند (P<۰/۰۱) (جدول ۱). گیاهچه‌های بذرهای تیمار شده با NaCl و KCl به طور متوسط نسبت به بذرهای شاهد از ۵/۹ میلی گرم وزن بیشتری برخوردار بودند (جدول ۲). بین وزن تر گیاهچه‌های بذرهای تیمار شده برای مدت‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (P<۰/۰۱) (جدول ۱). در این مورد نیز افزایش طول مدت تیمار موجب کاهش وزن تر گیاهچه‌ها گردید (جدول ۳). بین اثرات متقابل نوع ماده و طول مدت تیمار نیز تفاوت معنی‌دار وجود داشت (P<۰/۰۱) (جدول ۱). با افزایش طول مدت تیمار وزن تر گیاهچه‌های بذرهای تیمار شده در KCl و NaCl افزایش و وزن تر گیاهچه‌های بذرهای تیمار شده در PEG و KNO_3 کاهش یافت (جدول ۴). نتایج همچنین نشان داد که به طور کلی وزن تر گیاهچه‌های بذرهای تیمار شده در هر یک از پتانسیل‌های اسمزی به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) با کاهش طول مدت تیمار افزایش یافته است (شکل ۲).

افزایش وزن تر گیاهچه در نتیجه آماده سازی اسمزی بذرها در مورد دو گیاه خربزه (۲۵) و هندوانه (۷) نیز نشان داده شده است که با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.



شکل۲: اثرات متقابل طول مدت تیمار و پتانسیل اسمزی محلول در رابطه با وزن‌تر گیاهچه (سمت راست) و طول ریشه‌چه (سمت چپ).

www.SID.ir

طول ریشه‌چه

طول ریشه‌چه بین بذرهای تیمار شده با مواد مختلف به طور معنی‌داری متفاوت بود (P<۰/۰۱) (جدول ۱). بذرهای تیمار شده در NaCl، KCl و PEG به طور متوسط نسبت به بذرهای شاهد از ۹/۶ میلی متر طول ریشه‌چه بلندتری برخوردار بودند (جدول ۲). در این رابطه اثر طول مدت تیمار نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) (جدول ۱). بر مبنای نتایج تجزیه واریانس، بین اثرات متقابل طول مدت تیمار و نوع ماده تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (P<۰/۰۱) (جدول ۱). در این مورد نیز افزایش طول مدت تیمار اثر منفی بر طول ریشه‌چه بذرهای تیمار شده در هر یک از مواد مورد آزمایش داشت. در بهترین حالت طول ریشه‌چه بذرهای تیمار شده در NaCl برای مدت یک روز نسبت به بذرهای شاهد ۱۵/۷ میلی متر بلندتر بود (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل پتانسیل اسمزی محلول و طول مدت تیمار نیز معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). بین طول ریشه‌چه بذرهای تیمار شده در محلول‌های اسمزی با پتانسیل ۲- مگا پاسکال برای مدت یک روز و در محلول‌های اسمزی با پتانسیل ۱/۵- مگا پاسکال برای مدت سه روز اختلاف ۲۲/۶ میلی متر وجود داشت (شکل ۲). آماده سازی اسمزی بذرهای خربزه نیز منجر به افزایش طول ریشه‌چه بذرهای تیمار شده این گیاه در مقایسه با بذرهای شاهد گردید که نتایج به دست آمده در این آزمایش را مورد تایید قرار می‌دهد (۲۵).

طول ساقه‌چه

نوع ماده اثر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه بذرهای تیمار شده داشت (P<۰/۰۱) (جدول ۱). به جز بذرهای تیمار شده با KNO_3 که از طول ساقه‌چه کوتاهتری نسبت به بذرهای شاهد برخوردار بودند، آماده سازی اسمزی بذرها با سایر مواد موجب افزایش طول ساقه‌چه بذرهای تیمار شده در مقایسه با بذرهای شاهد گردید به طوری که طول ساقه‌چه بذرهای تیمار شده در KCl بیش از ۱۰ میلی متر بلندتر از بذرهای شاهد بود (جدول ۲). طول ساقه‌چه در بین بذرهای تیمار شده برای مدت‌های مختلف نیز به طور معنی‌داری متفاوت بود (P<۰/۰۵). بلندترین و کوتاهترین طول ساقه‌چه به ترتیب در بذرهای تیمار شده برای مدت یک روز و سه روز مشاهده شد (جدول ۳). همچنین اثرات متقابل نوع ماده و طول مدت تیمار نیز در این رابطه معنی‌دار بود (P<۰/۰۱) (جدول ۱). بذرهای تیمار شده در KCl برای مدت سه روز با بیش از ۱۳ میلی متر طول ساقه‌چه بلندتر نسبت به بذرهای شاهد، مناسبترین وضعیت را در میان سایر بذرها دارا بودند (جدول ۴). در آزمایشی که توسط ناسیمنتو (۲۵) بر روی بذرهای خربزه انجام گرفت، مشاهده گردید که آماده سازی اسمزی طول ساقه‌چه را در بذرهای تیمار شده این گیاه افزایش داد که با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.

نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (R/S)

بین مواد مختلف از نظر نسبت R/S تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید (P<۰/۰۱) (جدول ۱). بیشترین و کمترین نسبت R/S به ترتیب به بذرهای تیمار شده با PEG و KCl اختصاص داشت (جدول ۲). افزایش طول مدت آماده سازی اسمزی بذرها به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) منجر به کاهش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه گردید (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد که اثرات متقابل نوع ماده و طول مدت تیمار نیز در این رابطه معنی‌دار بود (جدول ۴).

بیشترین اثر آماده سازی اسمزی بذرها در رابطه با افزایش طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه مربوط به افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده می‌باشد که در این صورت گیاهچه‌ها فرصت بیشتری برای رشد در اختیار دارند (۲۶). بررسی‌های انجام شده بر روی بذرهای کرفس و هویج نیز نشان داده است که اثرات مفید آماده سازی بذرها با افزایش در تعداد و اندازه سلول‌های جنین همراه می‌باشد (۱۱ و ۱۸). در این آزمایش اثرات منفی KNO_3 بر سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و

Archive of SID

www.SID.ir

وزن تر گیاهچه‌های بذرهای تیمار شده در مقایسه با آزمایش‌های مشابه (۷، ۸ و ۲۵) را می‌توان به وجود نیازهای متفاوت بذرهای گونه‌های مختلف برای آماده سازی اسمزی نسبت داد (۲).

بر اساس گزارش فرت و همکاران (۹) استفاده از نمک‌های غیر آلی به منظور آماده سازی اسمزی بذرها به دلیل آسیب رسانی به غشاهای سلولی و ایجاد تغییرات آنزیمی که جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، می‌تواند برای بذرها مضر باشد. به هر حال در این آزمایش و آزمایش‌های مشابه دیگر (۷، ۸، ۲۱ و ۳۴) تاثیر مثبت محلول‌های نمک در رابطه با افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده مشاهده می‌شود. علاوه بر این، از آنجا که محلول‌های PEG در مقایسه با محلول‌های نمک از ویسکوزیته بالاتری برخوردار می‌باشند، لذا می‌توانند به عنوان یک مانع برای تبادل گازها عمل کنند. در طی آماده سازی با PEG، بذرها با لایه‌ای از آن پوشیده می‌شوند و لذا تبادل گازها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در این رابطه پژوهش‌ها نشان داده است که در بذرهای تیمار شده با PEG متابولیسم غیر هوازی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که بیانگر کاهش موجودیت اکسیژن در بذرهاست (۳۰). محدودیت اکسیژن نیز به مانند محدودیت آب منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (۳۴). تحقیقات نیز نشان داده است که آماده سازی اسمزی بذرها با محلول نمک‌های غیر آلی تاثیر بیشتری نسبت به PEG در افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها دارد (۸، ۲۱، ۲۵ و ۲۹). با توجه به مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت که به منظور آماده سازی اسمزی بذرها نمک‌های غیر آلی می‌توانند به طور موثری به جای ترکیبات گرانی چون PEG مورد استفاده قرار گیرند. در این رابطه پیشنهاد می‌گردد اثر آماده سازی بذر بر سبز شدن و رشد گیاه رازیانه در شرایط مزرعه نیز مورد بررسی قرار گیرد.

قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری قطب علمی گیاهان زراعی ویژه به خاطر در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاه تحقیقات عالی فیزیولوژی گیاهان زراعی، قدردانی می‌شود.

منابع

1- Alvardo, A. D. and K. J. Bradford. 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of storage temperature on germination rate and viability. Seed Science and Technology. 16: 601-612.

2- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seeds water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience. 21: 1105-1112.

3- Bray, C. M. 1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. Pp. 767-789. In: Kigel, Y. & G. Galili (Eds.). Seed Development and Germination. Marcel Dekker, New York.

4- Cantliffe, D. J., J. M. Fischer and T. A. Nell. 1984. Mechanism of seed-priming in circumventing thermodormancy in lettuce. Plant Physiology. 75: 290-294.

5- Cantliffe, D. J., M. Elbala, A. C. Guedes, G. B. Odell, P. Perkins-Veazie, J. R. Schultheis, D. N. Seale, K. D. Shuler, I. Tanne and J. T. Watkins. 1981. Improving stand establishment of direct-seeded vegetables in Florida. Proceedings of Florida State Horticultural Society. 100: 213-216.

6- Damjanovic, B., Z. Lepojevic, V. Zivkovic and A. Tolic. 2005. Extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds with supercritical CO_2: Comparison with hydrodistillation. Food Chemistry. 92: 143-149.

7- Demir, I. and K. Mavi. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb.) Mastum and Nakai) seeds. Scientia Horticulturae. 102: 467-473.

8- Dhillon, N. P. S. 1995. Seed priming of male sterile muskmelon (*Cucumis melo* L.) for low temperature germination. Seed Science and Technology. 23: 881-884.

9- Frett, J. J., W. G. Pill and D. C. Morneau. 1991. A comparison of priming agents for tomato and asparagus seeds. HortSicence. 26: 1158-1159.

10- Fu, J. R., X. H. Lu, R. Z. Chen, B. Z. Zhang, Z. S. Liu and D. Y. Cai. 1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. Seed Science and Technology. 16: 197-212.

Archive of SID

www.SID.ir

11- Gray, D., J. R. A. Steckle and L. J. Hands. 1990. Responses of vegetable seeds to controlled hydration. Annals of Botany. 66: 227-235.
12- Hadas, A. 1976. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solutions. Journal of Experimental Botany. 27: 480-489.
13- Heydecker, W. 1977. Stress and seed germination: An agronomic view. Pp. 273-276. In: Khan, A. A. (Ed.). The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. North Holland Publishing Co., Amsterdam.
14- Hurly, R. F., J. Van Staden and M. T. Smith. 1989. Guayule (*Parthenium argentatum* Gray) seed germination: The effect of water soaks, sodium hypochlorite, gibberllic acid and gibberllin 4/7 applied as seed-pretreatments. Seed Science and Technology. 17: 223-233.
15- International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. 13: 356-513.
16- Jeller, H., S. C. J. G. A. Perez and J. Raizer. 2003. Water uptake, priming, drying and storage effects in Cassia excelsa Schard seeds. Brazilian Journal of Biology. 63: 61-68.
17- Kapoor, R., B. Giri and K. G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 93: 307-311.
18- Karssen, C. M., A. Haigh, P. Van der Troon and R. Weges. 1989. Physiological mechanisms involved in seed priming. Pp. 269-280. In: Taylorson, R. B. (Ed.). Recent Advances in the Development and Germination of Seeds. Plenum Press, New York.
19- Khan, A. A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. Horticultural Reviews. 14: 131-181.
20- Khan, A. A, K. L. Tao, J. S. Knypl, B. Brokowska and L. E. Powell. 1978. Osmotic conditioning of seeds: Physiological and biochemical changes. Acta Horticulturae. 83: 267-278.
21- Mauromicale, G. and V. Cavallaro. 1995. Effects of seed osmopriming on germination of tomato at different water potential. Seed Science and Technology. 23: 393-403.
22- Michel, B. E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.
23- Murray, G. A. 1989. Osmoconditioning carrot seed for improved emergence. HortScience. 24: 701.
24- Murungu, F. S., P. Nyamugafata, C. Chiduza, L.J. Clark and W.R. Whalley. 2003. Effects of seed priming, aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil and Tillage Research. 74: 161-168.
25- Nascimento, W. M. 2003. Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. Scientia Agricola. 60: 71-75.
26- Nascimento, W. M. and S. H. West. 1999. Muskmelon transplant production in response to seed priming. HortTechnology. 9: 53-55.
27- Ozbek, H., S. U. Ra, H. Dulger, G. Ozturk and A. Ozturk. 2003. Hepatoprotective effect of *Foeniculum vulgare* essential oil. Fitoterapia. 74: 317-319.
28- Parejo, I., F. Viladomat, J. Bastida and C. Codina. 2004. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic method for the analysis of antioxidative phenolic compounds in fennel using a narrow bore reversed phase C18 column. Analytica Chimica Acta. 512: 271-280.
29- Perez-Garcia, F., J. M. Pita, M. E. Gonzalez-Benito and J. M. Iriondo. 1995. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds (*Apium graveolens* L.). Seed Science and Technology. 23: 377-383.
30- Pill, W. G., C. K. Crossan, J. J. Frett and W. G. Smith. 1994. Matric and osmotic priming of *Echinacea purprea* L. Moench seeds. Scientia Hotriculturae. 59: 37-44.
31- Smith, P. T. and B. G. Coob. 1992. Physiological and enzymatic characteristics of primed, re-dried, and germinated pepper seeds (*Capsicum annuum* L.). Seed Science and Technology. 20: 503-513.
32- Sung, F. J. M. and Y. H. Chang. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweetcorn seeds to improve vigor. Seed Science and Technology. 21: 97-105.
33- Wills, R., B. McGlasson, D. Graham and D. Goyce. 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. 4th Ed. UNSW Press, Australia. 286 p.
34- Yoon, B. H., H. J. Lang and B.G. Cobb. 1997. Priming with salt solution improves germination of pansy seed at high temperatures. HortScience. 32: 248-250.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of seed osmopriming on germination and seedling development of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

M. Akramian, H. Hosseini. A. Kazerooni Monfared, P. Rezvani Moghaddam[1]

Abstract

Seed priming (osmopriming) consists of imbibing seeds in an osmotic solution that allows pregerminative metabolism to proceed, but prevents radicle emergence. This treatment can increase rate, percentage and uniformity of germination or seedling emergence. The aim of this study was to investigate the effect of seed priming on germination and seedling development of fennel. The experiment was conducted in Petri-dishes using a factorial arrangement based on completely randomized design with three replications. Seeds of fennel were osmotically primed in -1, -1.5 and -2 MPa NaCl, KCl, KNO_3 and polyethylene glycol 6000 for 24, 48 and 72 hours at 20 C. Priming with all of the osmoticums increased germination percentage significantly. Seeds primed with NaCl had 97% higher germination percentage than non-primed control seeds. Also, primed seeds with NaCl, KCl and PEG resulted in higher germination rate, greater seedling fresh weights and longer seedling root and shoot lengths than was the case for non-primed seeds. In this study increasing the duration of seed priming had negative effect on measured characteristics. Priming with NaCl and KCl had better results than other treatments. In this case, evaluation of the effect of seed priming on emergence and growth of fennel in farm condition is necessary.

Key word: Fennel, germination, seed priming.

Archive of SID

1- Contribution from College of Agriculture, Tehran University, and Ferdowsi University of Mashhad, respectively.

www.SID.ir