عباس اکبرنیا[1*]، علی حاجی زاده نمین[2]، روزبه عباس‌زاده[3]

۱- دانشیار پژوهشکده مکانیک سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

Email address: abbasakbarnia@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، پژوهشکده مکانیک، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

Email address: a.hajizadeh@irost.ir

۳- استادیار پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

Email address: abbaszadeh@irost.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر پلاسمای سرد بر شاخصه‌های جوانه‌زنی بذر یونجه، آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با ۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۲ بازه زمانی ۳۰ و ۹۰ ثانیه تابش پلاسما سرد روی بذر تحت شرایط خلا با چرخه کاری ۱۶ بودند، همچنین نمونه تیمار نشده نیز به عنوان تیمار شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: درصد جوانه زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه، طول ساقه‌چه و وزن تر گیاهچه. نتایج نشان داد که تیمار پلاسمای سرد در شرایط خلاء سبب افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با تیمار شاهد گردید ولی نتوانست تاثیر معنی‌داری روی طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و همچنین وزن گیاهچه داشته باشد. در رابطه با بذر یونجه تیمار پلاسمای سرد به مدت ۹۰ ثانیه سبب بهبود درصد جوانه‌زنی به میزان ۵۱ درصد و سرعت جوانه‌زنی به میزان ۷۱ درصد شد که افزایش قابل توجهی نسبت به شاهد و تیمار دیگر داشت.

کلمات کلیدی:

پلاسمای سرد، جوانه‌زنی، یونجه، خلاء

بررسی تاثیر پلاسمای خلاء بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر یونجه (Medicago sativa L.)

مقدمه

برای پیشرفت یک کشور در زمینه‌های مختلف علمی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و اجتماعی لازم است که یک برنامه بلندمدت و هدف‌دار در کلیه بخش‌ها و زیر ساخت‌های آن کشور وجود داشته باشد. وجود چنین برنامه‌هایی در بخش کشاورزی امری مهم به شمار می‌رود. داشتن یک نظام کشاورزی موفق بخشی در گرو تولید بذر مناسب و با کیفیت است، زیرا بذر نقطه شروع یک چرخه تولید در نظامهای زراعی و باغی محسوب می‌شود. لازمه داشتن صنعت بذری پویا و مطلوب نیز انجام مطالعات منظم و دقیق بر پایه اهداف دراز مدت به منظور رسیدن به سطح معینی از پیشرفت در این زمینه می‌باشد [1].

بذر مهم‌ترین و اساسی‌ترین بخش گیاه است که در بازسازی، حفظ و انتقال مواد ژنتیکی گیاه، تکثیر و بقای گیاه در شرایط بسیار سخت نقش اساسی دارد. جوانه‌زنی بذر یک مرحله حیاتی در چرخه زندگی و رشد گیاه با توجه به بقای به عنوان یک گونه است. ضروری است که دانه‌ها سریع رشد می‌کنند تا بتوانند بازده بالقوه خود را به بیشینه مقدار خود برسانند. یکی از علل اصلی کاهش جوانه‌زنی بذر گیاهان مختلف، اغلب به دلیل تماس سطح بذر با منابع آلودگی مختلفی از جمله آلودگی‌های باکتریای مربوط به خاک، میکروارگانیسم‌ها و قارچ‌ها می‌باشد [2,3]
.

فناوری‌های غیر حرارتی برای تامین ایمنی محصولات کشاورزی و عمر انبارداری بیشتر طراحی شده‌اند. در عین حال منفی بر خصوصیات کیفی آنها نمی‌گذارد [4,5]**. فناوری پلاسمای سرد یک فناوری جدید غیر حرارتی برای فرآوری محصولات کشاورزی است که می‌تواند پاتوژن‌ها را در دمای اتاق غیر فعال کرده، همراه با حداقل آسیب وارده به ترکیبات حساس به حرارت، عمر و ماندگاری محصولات کشاورزی را افزایش دهد**[6].

اخیرا فناوری نوآورانه پلاسمای غیر حرارتی (NTP)[1]، در زمینه کشاورزی به عنوان یک جایگزین و مکمل برای تحریک رشد گیاهان و کاهش آلودگی‌های پاتوژنی و شیمیایی بذرها، توجه زیادی را به خود جلب کرده است [7].

[1] Non-thermal plasma

در سال‌های اخیر تحقیقات متعددی بر روی پلاسمای سرد بر جوانه‌زنی بذور گیاهان مختلف انجام شده است. بطور مثال این تکنیک سبب بهبود جوانه‌زنی بذور ریحان سبز [8]، **سویا** [9]، **گوجه فرنگی** [7] ، **گندم** [10] **و لوبیا** [11] **شده است. لذا محققین در جهت تعیین شدت و مدت زمان مناسب برای تیمار پلاسمای سرد بر روی بذور گونه‌های گیاهی مختلف تلاشی کرده و در حال کشف مکانیسم اثر آن نیز می‌باشند** [12].

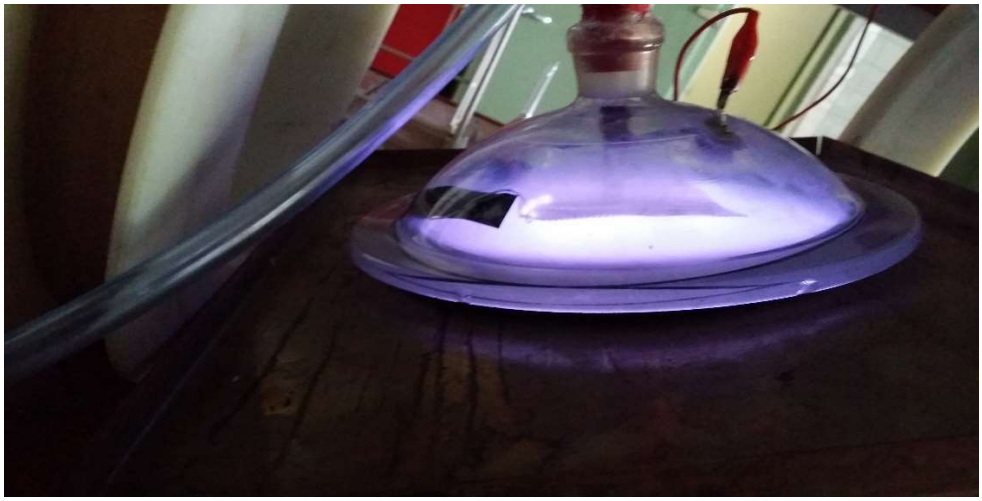
یونجه یکی از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای است که با شرایط مختلف اقلیمی سازگاری یافته و امروزه در بیشتر مناطق جهان کشت می‌شود. سطح زیر کشت یونجه در جهان حدود ۳۰ میلیون هکتار است. البته این میزان نسبت به دو دهه‌ی اخیر حدود ده درصد کاهش نشان می‌دهد که این کاهش را می‌توان به افزایش نرخ انرژی، به ویژه در کشورهای توسعه یافته همچنین بروز برخی بیماری‌ها و آفات، افزایش قیمت دیگر محصولات زراعی و تغییر سیاست دولت‌ها ربط داد. بزرگترین مناطق تولید کننده یونجه به ترتیب عبارتند از: آمریکای شمالی با ۱۱/۹میلیون هکتار، اروپا با ۷/۱ میلیون هکتار، آمریکای جنوبی با ۷ میلیون هکتار و آسیا با ۲/۲ میلیون هکتار. در میان کشورهای تولید کننده یونجه، ایران در رده هشتم جهانی قرار دارد و میانگین سطح زیرکشت آن در دهه گذشته بیش از ٦۰۰ هزار هکتار بوده که تولیدی معادل ۳/٤ میلیون تن یونجه خشک را داشته است.

با توجه به عدم وجود مطالعات جامع بر روی تاثیر پلاسمای سرد بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر یونجه و امکان‌سنجی کاربرد این تکنیک در بهبود این خصوصیات، این تحقیق انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۹ در پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران به منظور بررسی تاثیر پلاسمای خلاء بر جوانه‌زنی بذور یونجه (Medicago sativa L. **) تهیه شده از یک فروشگاه محلی انجام شد. برای انجام این آزمایش، بذور یونجه ابتدا با آب جاری به مدت ۳۰ دقیقه شستشو داده شد. سپس با محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی و در سه زمان ۲، ۳، و ۵ دقیقه با آب مقطر استریل به خوبی شستشو شدند. سپس در زیر هود لامینار به کمک پنس ۲۰ عدد بذر درون هر پتری روی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار داده شده و ۵ میلی‌لیتر آب به آن‌ها اضافه شد. برای ضدعفونی کردن پتری دیش‌ها قبل از قرار دادن بذور در آن‌ها ۳۰ دقیقه درون دستگاه در معرض اشعه** UV **قرار گرفتند.**

اعمال تیمارهای پلاسمای سرد در شرایط خلاء در آزمایشگاه فناوری پس از برداشت پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران انجام پذیرفت (شکل ۱).



شکل ۱: اعمال پلاسما در حالت خلا

ابتدا بر روی نمونه‌های بذر برای به دست آوردن زمان بهینه و توان مناسب اعمال پلاسمای سرد آزمایش‌های اولیه صورت گرفت. سپس نمونه‌ها در سه زمان و توان مناسب به دست آمده برای تیمار اصلی آماده شدند. این

آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و سه زمان ۰، ۳۰ و ۹۰ ثانیه انجام شد. در طول آزمایش تعداد بذور جوانه زده بطور روزانه ثبت گردید. معیار جوانه‌زنی بذر، خروج ریشه‌چه به مقدار حداقل ۳ میلیمتر بود. در پایان روز بیست و یکم (سه هفته)، درصد جوانه-زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقچه و وزن گیاهچه اندازه‌گیری شد [13].

$$(GP)=100\times\frac{\text{تعداد بذر جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذرها}}$$

از رابطه ۱ برای در جوانه‌زنی و از رابطه ۲ برای سرعت جوانه‌زنی استفاده شد:

رابطه (۱): درصد جوانه‌زنی

$$(GR)=\sum_{n=1}^{n}\frac{\text{تعداد بذر جوانه زده}}{\text{تعداد روز پس از شروع آزمایش}}$$

رابطه (۲): سرعت جوانه زنی

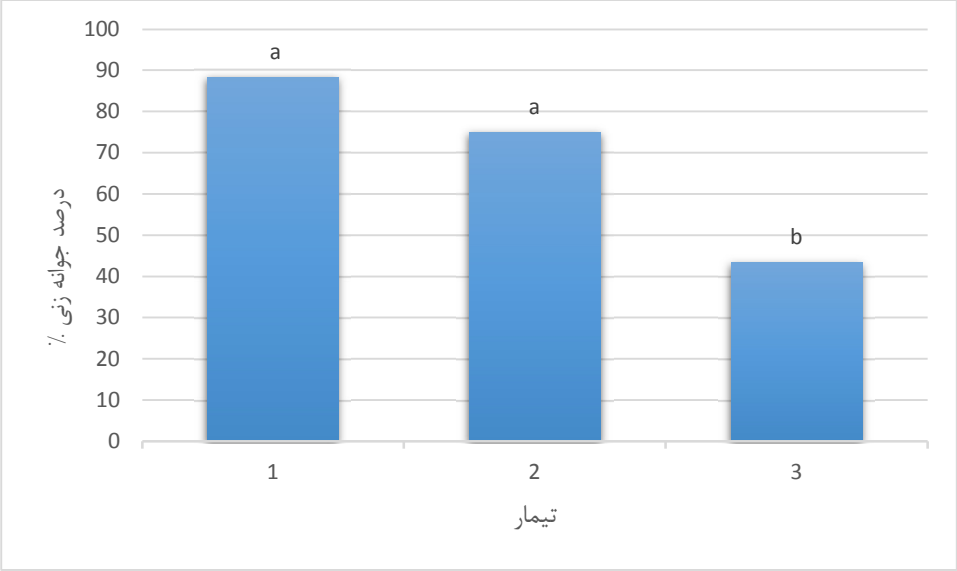
در اینجا n تعداد روز است.

نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۵) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و جهت ترسیم نمودارهای مربوطه از نرم افزار Excel استفاده شد. همچنین آزمون مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

۱- درصد جوانه‌زنی

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تیمار پلاسمای سرد اثر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی داشت (P≤۰/۰۵). بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۸/۳۳)، در تیمار پلاسمای سرد در شرایط خلاء با زمان ۹۰ ثانیه مشاهده شد که با تیمار ۳۰ ثانیه تابش پلاسما فاقد اختلاف معنی‌دار اما با شاهد که کمترین میزان جوانه‌زنی را داشت (۴۳/۳۳) اختلاف معنی‌داری نشان می‌داد. بطور کلی تحت تیمارهای مطالعه شده با افزایش زمان اعمال پلاسمای سرد در شرایط خلا، درصد جوانه زنی بذور یونجه افزایش یافت (شکل ۲)

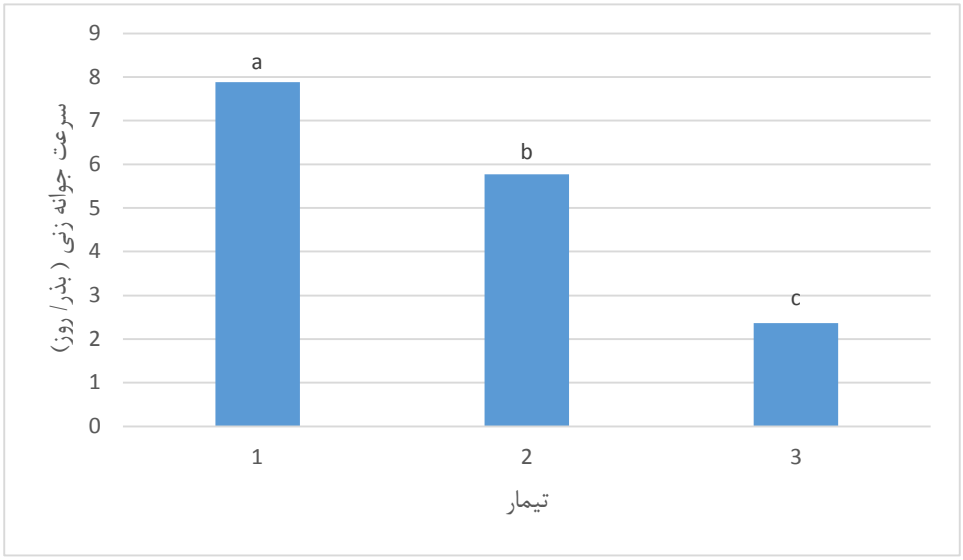


شکل ۲: تغییرات درصد جوانه‌زنی بذر یونجه تیمار سطوح زمانی مختلف پلاسما در حالت خلاء(تیمار ۱: ۹۰ ثانیه تابش پلاسما، تیمار ۲: ۳۰ ثانیه تابش پلاسما و تیمار ۳: شاهد)

(حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

۲- سرعت جوانه‌زنی

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تیمار پلاسمای سرد اثر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی داشت (P≤۰/۰۵). سرعت جوانه‌زنی در نمونه شاهد و تیمار های ۳۰ و ۹۰ ثانیه تابش پلاسما به ترتیب ۲/۳٦، ۵/۷۷ و ۷/۸۸ بود، که کمترین مقدار مربوط به نمونه شاهد و بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۹۰ ثانیه تابش پلاسما بود (شکل ۳).

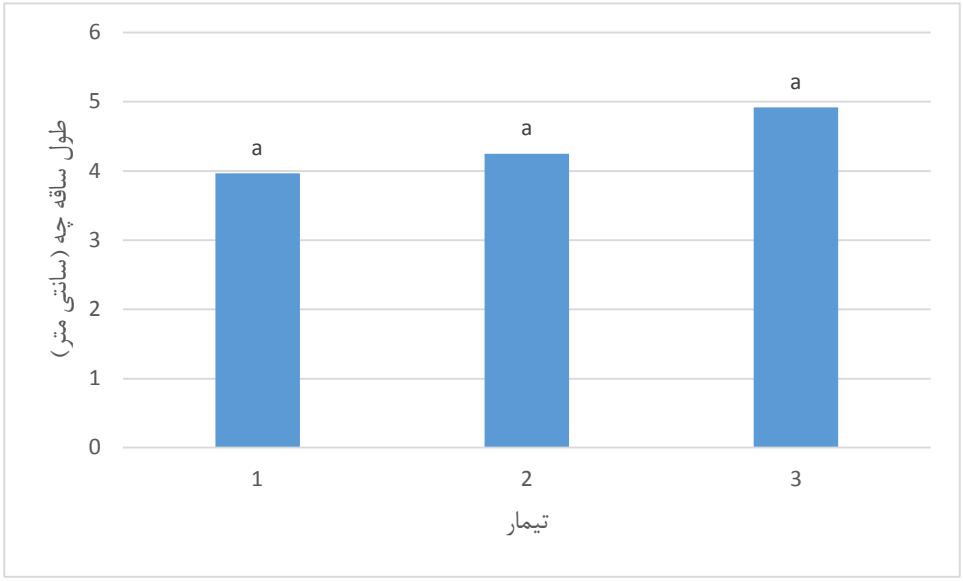


شکل ۳: تغییرات سرعت جوانه‌زنی بذر یونجه تیمار سطوح زمانی مختلف پلاسما در حالت خلاء(تیمار ۱: ۹۰ ثانیه تابش پلاسما، تیمار ۲: ۳۰ ثانیه تابش پلاسما و تیمار ۳: شاهد)

(حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

۳- طول ساقه‌چه

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تیمار پلاسمای سرد اثر معنی‌داری بر طول ساقچه نداشت ($P\leq ۰/۰۵$). با توجه به شکل ٤، طول ساقه‌چه در نمونه شاهد و تیمارهای ۳۰ و ۹۰ ثانیه به ترتیب ۳/۹٦٥، ٤/۲٤٨ و ٤/۹۱٦ سانتی‌متر بود که یک روند افزایشی را با افزایش زمان تابش پلاسما نشان داد و لیکن این افزایش معنی‌دار نبود. کمترین طول ساقه‌چه مربوط به نمونه شاهد و بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار ۹۰ ثانیه تابش پلاسما در شرایط خلاء بود.

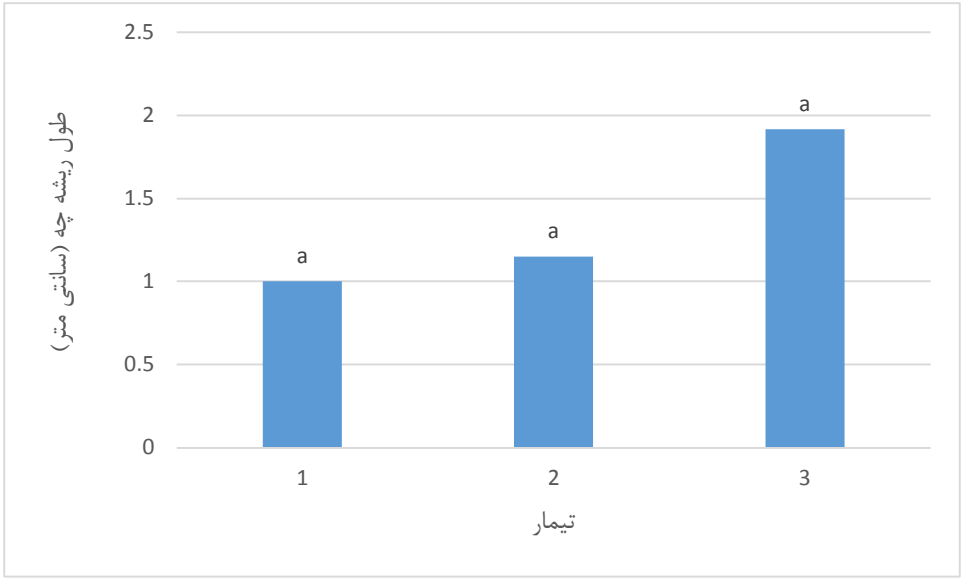


شکل ٤: تغییرات طول ساقه‌چه بذر یونجه تیمار سطوح زمانی مختلف پلاسما در حالت خلاء(تیمار ۱: ۹۰ ثانیه تابش پلاسما، تیمار ۲: ۳۰ ثانیه تابش پلاسما و تیمار ۳: شاهد)

(حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ٥ درصد است)

٤- طول ریشه‌چه

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تیمار پلاسمای سرد اثر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه نداشت ($P\leq ۰/۰۵$). با توجه به شکل ٥، طول ریشه‌چه در نمونه شاهد و تیمارهای ۳۰ و ۹۰ ثانیه به ترتیب ۱، ۱/۱٥ و ۱/۹۱٦٥ سانتی‌متر بود که یک روند افزایشی را با افزایش زمان تابش پلاسما نشان داد و لیکن این افزایش معنی‌دار نبود. کمترین طول ساقه‌چه مربوط به نمونه شاهد و بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار ۹۰ ثانیه تابش پلاسما در شرایط خلاء بود.

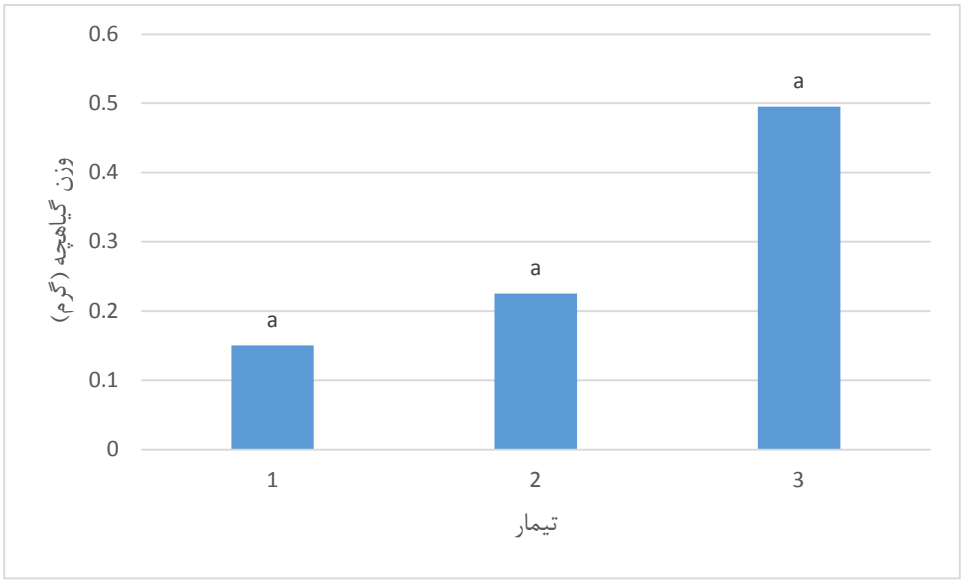


شکل ۵: تغییرات طول ریشه‌چه بذر یونجه تیمار سطوح زمانی مختلف پلاسما در حالت خلاء(تیمار ۱: ۹۰ ثانیه تابش پلاسما، تیمار ۲: ۳۰ ثانیه تابش پلاسما و تیمار ۳: شاهد)

(حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)

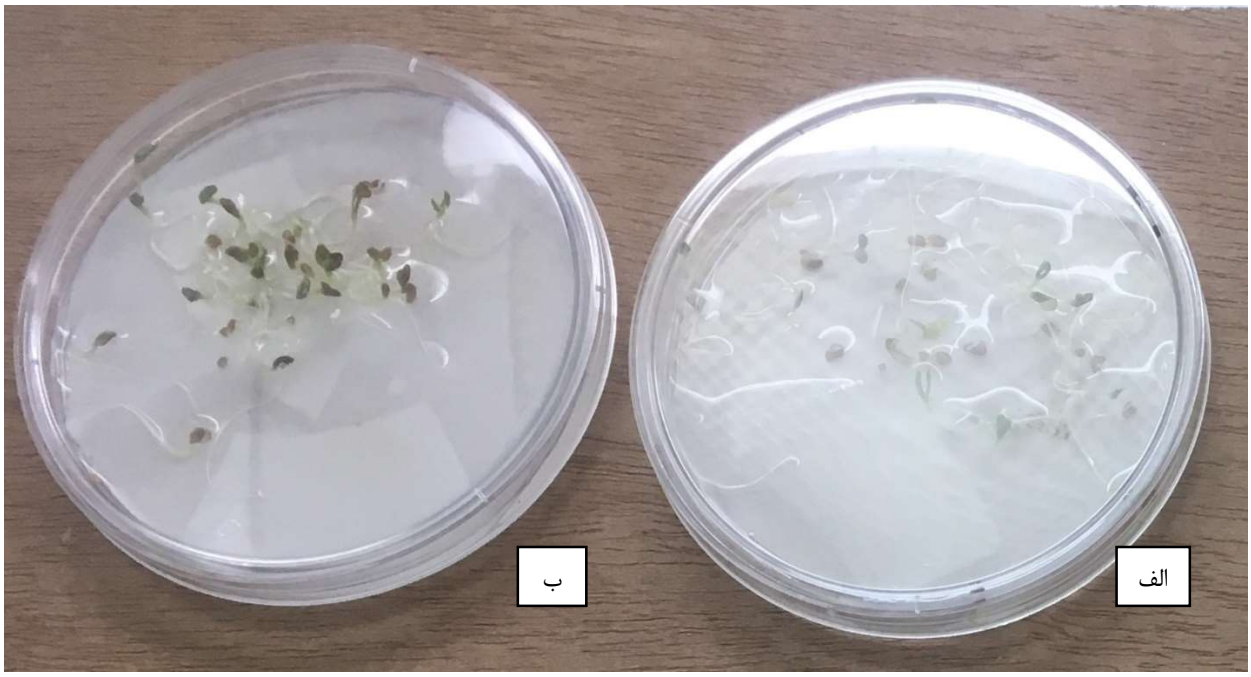
۵- وزن گیاهچه

نتایج آنالیز آماری نشان داد که تیمار پلاسمای سرد اثر معنی‌داری بر وزن گیاهچه نداشت ($P\leq ۰/۰۵$). با توجه به شکل ٦، وزن گیاه‌چه در نمونه شاهد و تیمارهای ۳۰ و ۹۰ ثانیه به ترتیب ۰/۱۵، ۰/۲۲۵ و ۰/٤۹۵ گرم بود که یک روند افزایشی را با افزایش زمان تابش پلاسما نشان داد و لیکن این افزایش معنی‌دار نبود. کمترین وزن گیاه‌چه مربوط به نمونه شاهد و بیشترین وزن گیاهچه مربوط به تیمار ۹۰ ثانیه تابش پلاسما در شرایط خلاء بود.



شکل ٦: تغییرات وزن گیاهچه بذر یونجه تیمار سطوح زمانی مختلف پلاسما در حالت خلاء(تیمار ۱: ۹۰ ثانیه تابش پلاسما، تیمار ۲: ۳۰ ثانیه تابش پلاسما و تیمار ۳: شاهد)

(حروف مشابه در ستون‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد است)



شکل ۷- الف: نمونه شاهد و ب: بذر یونجه تیمار شده با پلاسمای سرد خلاء به مدت ۹۰ ثانیه (روز دوم)

شکل ۸- الف: بذر یونجه تیمار شده با پلاسمای سرد خلاء به مدت ۹۰ ثانیه و ب: نمونه شاهد (پایان آزمایش)

بطور کلی تیمار پلاسمای سرد در شرایط خلاء به مدت ۹۰ ثانیه سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقچه و نهایتا وزن کل گیاهچه در مقایسه با شاهد و تیمار دیگر شد. در تحقیقی دیگر که بر روی بذر یونجه انجام شده بود، تیمار پلاسمای سرد با توان ۲۰ وات به مدت ۲۰ ثانیه در مجموع ۱۱ درصد افزایش سرعت جوانه‌زنی نسبت به نمونه شاهد را سبب گردید و همچنین ۲۲ درصد قدرت جوانه‌زنی را افزایش داد[14]. **تیمار با پلاسما با انرژی کم ممکن است اثرات ناکافی بر روی دانه‌ها داشته باشد. به این** معنی **که احتمالا انرژی کم که منظور انرژی الکترون‌های با سرعت بالا می‌باشد، اثرات خراش‌دهی مطلوب به منظور جذب آب بیشتر را امکان-پذیر نمی‌سازد. در ضمن، اثر تیمار پلاسما با انرژی بالا ممکن است بیش از حد قوی باشد به طوری که اثرات نامطلوب بر روی دانه‌ها ایجاد کند، ممکن است باعث آسیب بیش از حد به دیواره و احتمالا خود بذر شود. بدین ترتیب با توجه به نوع گونه گیاهی و ساختار بذر آن، شدت و مدت زمان مناسب پلاسمای سرد باید در نظر گرفته شود. بر این اساس، در تحقیقی از روش پلاسمای سرد هلیوم برای بررسی جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گندم استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمار ۸۰ وات می‌تواند جوانه‌زنی بذر را تا ٦ درصد و میزان جوانه‌زنی را تا ٦/٧ درصد نسبت به گروه شاهد افزایش دهد**[6]. **سپس در آزمایشات مزرعه‌ای، بذور تیمار شده دارای ۹ درصد طول ریشه‌چه بیشتری شدند. پلاسما سرد شامل اجزای متعددی از جمله ذرات باردار، رادیکال‌های آزاد و منبع غنی از اکسیژن واکنش-پذیر و گونه‌های مبتنی بر نیتروژن** (ROS،RNS) **مانند** O، O_2، O_3، OH، NO، NO_2 **و همچنین تابش** UV **می‌باشد**[15]. **اگرچه مکانیسم تاثیر پلاسمای سرد بر جوانه‌زنی بذور همچنان ناشناخته است** [16] **اما برخی از محققین بیان نموده‌اند که خراش‌دهی**[2] **سطح بذر در طول تماس اجزای پلاسما باعث افزایش جذب آب می‌شود و این پدیده سبب بهبود جوانه‌زنی می‌شود. این فرآیند نه تنها به پیکربندی منبع پلاسما، شرایط تولید پلاسما و خواص پلاسما بستگی دارد، بلکه به نوع دانه، اندازه آن و نیز ویژگی‌های سطح بذر (به طور مثال قدرت و سختی) وابسته است** [17]. **همچنین گزارش شده که تیمار پلاسمای سرد سبب افزایش سرعت جابجایی ذخایر غذایی بذر (کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها) در مرحله جوانه‌زنی می‌شود و در نتیجه، گیاهچه‌های قوی‌تر و با وزن خشک بالاتر حاصل می‌گردد. تحقیق حاضر در راستای تحقیقات انجام شده فوق بود.**

[2] Etching

Reference

مراجع

[1] Ghaderi-far, F., M. Gorzin, and S. Alimagham. 2017. Process of seed research in Iran: from past to now. J. Crop Prod. 10(3): 33-50. (In Persian, with English Abstract)

[2] Morison, J.I., N.R. Baker, P.M. Mullineaux, and W.J. Davies. 2008. Improving water use in crop production. Biol. Sci. 363: 639-658.

[3] Baskin, J.M., and C.C. Baskin. 2004. Classification, biogeography, and phylogenetic relationships of seed dormancy. Kew Publishing, London.

[4] Černák, M., L. Černáková, and I. Hudec. 2009. Diffuse coplanar surface barrier discharge and its applications for in-line processing of low-added-value materials. Eur. Phys. J. Appl. Phys. 47(2): 1-6.

[5] Ebadi, M.T., M. Azizi, and A. Farzaneh. 2011. Effect of drought stress on germination factors of four improved cultivars of German Chamomile (Matricaria recutita L.). J. Plant Prod. 18(2): 119-131. (In Persian, with English Abstract)

[6] Ebadi, M.T., S. Abbasi, A. Harouni, and F. Sefidkon. 2019. Effect of cold plasma on essential oil content and composition of lemon verbena. Food Sci. Nutr. 7(4): 1166-1171.

[7] Gholami, A., N.N. Safa, M. Khoram, J. Hadian, and H. Ghomi. 2016. Effect of low-pressure radio frequency plasma on ajwain seed germination. Plasma Med. 6(3–4): 389–396.

[8] Jangi, F., M.T. Ebadi, and M. Ayyari. 2021. Qualitative changes in hyssop (Hyssopus officinalis L.) as affected by cold plasma, packaging method and storage duration. J Appl Res Med Aromat Plants. 22: 100289.

[9] Jiafeng, J., H. Xin, L.I. Ling, L. Jiangang, S. Hanliang, X. Qilai, ... and D. Yuanhua. 2014. Effect of cold plasma treatment on seed germination and growth of wheat. Plasma Sci. Technol. 16(1): 54-58.

[10] Jiang, J.F., X. He, L. Li, J.G. Li, H.L. Shao, Q.L. Xu, H.R. Ye, and Y.H. Dong. 2014. Effect of cold plasma treatment on seed germination and growth of wheat. Plasma Sci. Technol. 16: 54–58.

[11] Knorr, D., A. Froehling, H. Jaeger, K. Reineke, O. Schlueter, and K. Schoessler. 2011. Emerging technologies in food processing. Annu. Rev. Food. Sci. Technol. 2: 203–235.

[12] Kretshmer, M.. 1999. Optimal germination temperature range and dormancy in Apiaceae seeds. Gemusmunchen. 35: 526-528.

[13] Ling, L., J. Jiafeng, L. Jiangang, S. Minchong, H. Xin, S. Hanliang, and D. Yuanhua. 2014. Effects of cold plasma treatment on seed germination and seedling growth of soybean. Sci Rep. 4: 1-7.

[14] Los, A., D. Ziuzina, D. Boehm, P.J. Cullen, and P. Bourke. 2019. Investigation of mechanisms involved in germination enhancement of wheat (Triticum aestivum) by cold plasma: Effects on seed surface chemistry and characteristics. Plasma Process Polym. 16(4): 1-12.

[15] Sadhu, S., R. Thirumdas, R.R. Deshmukh, and U.S. Annapure. 2017. Influence of cold plasma on the enzymatic activity in germinating mung beans (Vigna radiata). LWT-Food Sci. Technol. 78: 97–104.

[16] Singh, R., P. Prasad, R. Mohan, M.K. Verma, and B. Kumar. 2019. Radiofrequency cold plasma treatment enhances seed germination and seedling growth in variety CIM-Saumya of sweet basil (Ocimum basilicum L.). J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants. 12: 78-81.

[17] Van Bokhorst-van de Veen, H., H. Xie, E. Esveld, T. Abee, H. Mastwijk, and M.N.

13th National Congress on Biosystems Engineering and Agricultural Mechanization
Tehran, 15-17 September 2021

Investigation the effect of vacuum plasma on germination characteristics of alfalfa seed (Medicago sativa L.)

Abbas Akbarnia[1*], Ali Hajizadeh Namin[2] and Rouzbeh Abbaszadeh

1.Mechanical Engineering Department, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran

2. Mechanical Engineering Department, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran

3. Biosystems Engineering Department, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of cold plasma on the germination characteristics of alfalfa seeds, an experiment was conducted in a completely randomized design with 2 treatments and 3 replications. Treatments included 2 time intervals of 30 and 90 seconds of cold plasma irradiation on seeds under vacuum conditions with a working cycle of 16, also untreated sample was evaluated as a control treatment. The studied traits were: germination percentage, germination rate, root length, stem length and seedling fresh weight. The results showed that cold plasma treatment in vacuo conditions caused a significant increase in germination percentage and germination rate compared to the control treatment but could not have a significant effect on root length, shoot and seedling weight. Be. In relation to alfalfa seeds, cold plasma treatment for 90 seconds improved germination percentage by 51% and germination rate by 71%, which was a significant increase compared to the control and other treatments.

Key words: Cold Plasma, Germination, Alfalfa, Vacuum

*Corresponding author

Email: abbasakbarnia@yahoo.com