



افزایش جوانه زنی و شاخص ویگور بذر گندم با پلاسمای سرد اتمسفری

مازندرانی، ابوالفضل*^(۱) - غفوری فرد، حسن^(۲) - اسکندری، علی^(۳) - گودرزی، شروین^(۱)

^۱ سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده گداخت و پلازما

^۲ دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی برق، گروه الکترونیک

^۳ سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کشاورزی هسته‌ای

چکیده:

در این مقاله، جوانه‌زنی، رشد جوانه و شاخص ویگور بذره‌های گندم پیشتاز، سیروان، پارس و پیشگام، تحت تیمار با پلاسمای سرد و اتمسفری تخلیه سددی‌الکترونیک مورد بررسی قرار گرفت. بذرها تحت تیمار پلازما با توان ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ وات به مدت ۲۰ ثانیه قرار گرفتند. نتایج بدست آمده افزایش قابل توجه جوانه‌زنی، رشد جوانه و شاخص ویگور بذره‌های تیمار شده نسبت به حالت شاهد را نشان می‌دهد. شاخص ویگور گندم پیشتاز، پارس، پیشگام و سیروان در تیمار ۸۰ وات نسبت به شاهد، به ترتیب ۱۰۱٪، ۷۵٫۵٪، ۷۴٫۴٪ و ۵۸٪ افزایش داشته است که تاثیر مثبت و معنادار پلازما را بر بذره‌های گندم نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: بذر گندم، افزایش جوانه‌زنی، پلاسمای سرد، *DBD plasma*

مقدمه:

جوانه‌زنی بذر یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه است. جوانه‌زنی سریع و کامل بذرها باعث رشد اولیه مطلوب و سریع گیاه می‌شود. درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، عامل موثر رسیدن به عملکرد بالا است (۱). در سالیان اخیر به دلیل افزایش مصرف آب در امور صنعتی و زندگی شهری، فراهم نمودن آب کافی برای کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان با چالش‌های جدی مواجه شده است. بنابراین هرچه سرعت و درصد جوانه‌زنی بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد مانند آب و نور بهتر خواهد بود (۲-۴).

گندم به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی دنیا نقش پررنگی در تامین نیاز غذایی انسان دارد. با افزایش جمعیت ایران و جهان، بررسی تمام راهکارهایی که موثر در رشد و جوانه‌زنی بذره‌های گندم است، از موضوعات مهم و قابل توجه اکثر مراکز و محققان فعال در عرصه کشاورزی قرار گرفته است (۴، ۵).

امروزه روش‌های شیمیایی و فیزیکی متعددی برای افزایش میزان رشد بذرها مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های شیمیایی مرسوم معمولاً غیراقتصادی هستند، زیرا هم به مقدار مواد شیمیایی زیادی نیاز دارند و هم موجب آلودگی خاک می‌شوند. از این رو توجه بیشتری به روش‌های فیزیکی شده است. استفاده از پلاسمای سرد یکی از روش‌های فیزیکی



است که اخیراً به عنوان یک دیدگاه اقتصادی و امن برای بهبود بذر مورد توجه قرار گرفته است. این روش می‌تواند جوانه‌زنی، رشد و محصول‌دهی گیاهان متنوعی مانند دانه‌های روغنی، گندم، سویا و غیره را افزایش دهد. از مزایای پلاسما اینست که تنها بر سطح بذر و بهبود جوانه‌زنی اثر می‌گذارد و برخلاف پرتو گاما و اشعه ایکس به درون سیتوپلاسم بذر نفوذ نمی‌کند و تغییری در ارزش مواد غذایی و ژنتیک بذر ایجاد نمی‌کند. به همین علت مورد توجه محققان قرار گرفت (۴، ۹).

از آنجایی که آب و اکسیژن عوامل ضروری برای جوانه‌زنی بذر می‌باشند بهبود جذب آب به وسیله پلاسما می‌تواند جوانه‌زنی بذر را افزایش دهد. گاهی لایه‌های متعددی از پوشش ضخیم بذر، ممکن است مانع جذب آب شوند و جوانه‌زنی بذر را با مشکل روبه‌رو کند. پلاسما با برخورد به سطح بذر، ترک‌ها و حفره‌های متعدد الکترونی در سطح بذر ایجاد می‌کند که موجب افزایش جذب آب و اکسیژن می‌شود (۴، ۵، ۱۰). پلاسما سرد آسیب خاصی به بذر را نمی‌زند زیرا مواد فعال فقط می‌توانند به میزان تقریباً چند نانومتر به بذر نفوذ کنند و نمی‌توانند آسیبی به جنین و ساختار اصلی بذر برسانند (۵، ۱۰).

در این مقاله اثر پلاسما سرد اتمسفری تخلیه سدیدی الکتریک (DBD) بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گندم رقم‌های پیشتاز، سیروان، پارس و پیشگام، با هدف امکان افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به عنوان یک عامل کلیدی در ایجاد تراکم مطلوب و حصول عملکرد اقتصادی مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار :

این آزمایش به صورت یک طرح کاملاً تصادفی برای بذرهای گندم ارقام پیشتاز، سیروان، پارس و پیشگام با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش‌ها ابتدا بذر با محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار آب‌کشی و سپس با محلول قارچ‌کش بنومیل ۲ در هزار به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و مجدداً ۳ مرتبه با آب مقطر آب‌کشی شدند. هر پتری‌دیش شیشه‌ای درپوش‌دار (جهت جلوگیری از اثرات منفی تبخیر آب) به کار رفته در این آزمایش‌ها حاوی ۱۵ عدد بذر بود (۱۱-۱۴).

ارزیابی واکنش جوانه‌زنی در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد در اتاقک رشد با متوسط رطوبت نسبی ۶۰ درصد برای ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب صورت گرفت. بذر را و میزان جوانه‌زنی آن‌ها به مدت ۱۴ روز به طور روزانه بررسی و ثبت شدند. در پایان دوره، صفات جوانه‌زنی به صورت زیر محاسبه شد (۴، ۵).



درصد جوانه زنی نهایی: به طور کلی شاخص جوانه زنی از پارامترهای مهم در تعیین جوانه زنی بذر است که رابطه مستقیمی با کیفیت و قدرت زیست بذرها دارد به عبارتی هر چه کیفیت بذرها مناسبتر باشد درصد جوانه زنی و تعداد بذرهای جوانه زده بیشتر و در نتیجه شاخص جوانه زنی بالاتر خواهد بود. این صفت با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود (۱۵-۱۷):

$$FGP (Final Germination Percentage) = n/N \times 100$$

FGP = درصد جوانه زنی نهایی، n = تعداد بذرهای جوانه زده و N = تعداد کل بذرهای آزمایش شده است. طول گیاهچه: طول ساقه‌چه و ریشه‌چه پس از ۱۴ روز، به وسیله خط‌کشی با دقت ۰/۰۰۱ (سانتی‌متر) اندازه‌گیری و بر روی یک نمودار رسم شده‌اند. ابعاد بر حسب میلی‌متر گزارش شده‌اند (۱۵-۱۷).

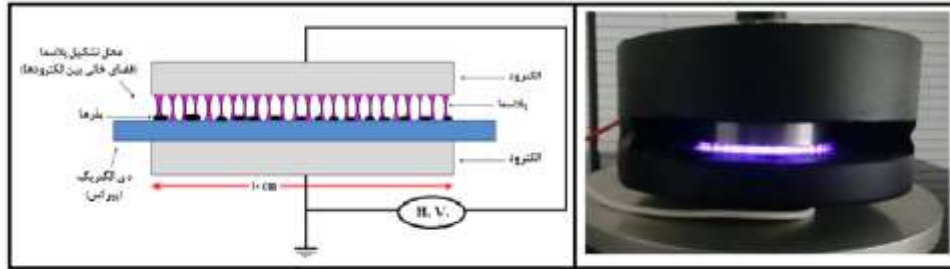
شاخص ویگور: معرف درصد و پتانسیل جوانه زنی است، هر چه کیفیت بذر پایین‌تر باشد درصد جوانه زنی نیز پایین‌تر و شاخص ویگور کاهش می‌یابد. شاخص ویگور از حاصل ضرب درصد جوانه زنی نهایی در طول گیاهچه بدست می‌آید (۱۵-۱۷):
طول گیاهچه × درصد جوانه زنی نهایی = شاخص شاخص ویگور

پلاسمای سرد

در این مقاله از دستگاه DBD طراحی و ساخته شده در پژوهشکده پلاسما و گداخت هسته‌ای پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای (شکل ۱ راست)، با مشخصات فنی جدول (۱) برای اصلاح بذرها استفاده شده است. بذرها به مدت ۲۰ ثانیه در پلاسماهای ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ وات قرار گرفتند (شکل ۱ چپ).

جدول ۱. مشخصات فنی دستگاه DBD به کار رفته

ولتاژ (KV)	فرکانس (KHz)	توان (W)	جنس الکترودها	جنس دی- الکتریک	فاصله الکترودها و دی- الکتریک	ضخامت دی- الکتریک
۱۵-۵	۲۵	۴۰، ۸۰، ۱۲۰	آلومینیوم	پیرکس	۱-۵ میلی‌متر	۱-۳ میلی‌متر

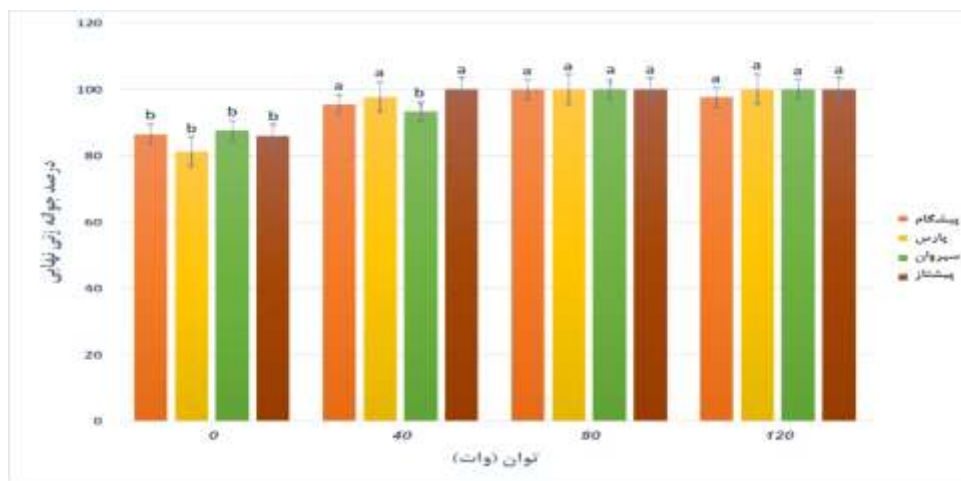


شکل ۱. راست) دستگاه DBD ساخته شده و چپ) شماتیک دستگاه و نحوه قرارگیری بذرها در پلاسما

قبل از هرگونه عمل آماری، در ابتدا وضعیت نرمال بودن تمامی داده‌ها توسط آزمون نرمالیتی بررسی شده و در صورت نیاز تغییر و تبدیل مناسب داده‌ها انجام شد. ضرایب همبستگی با استفاده از روش همبستگی پیرسون محاسبه شدند. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام شد. نمودارها در محیط Excel ترسیم شدند (۱۲-۱۴).

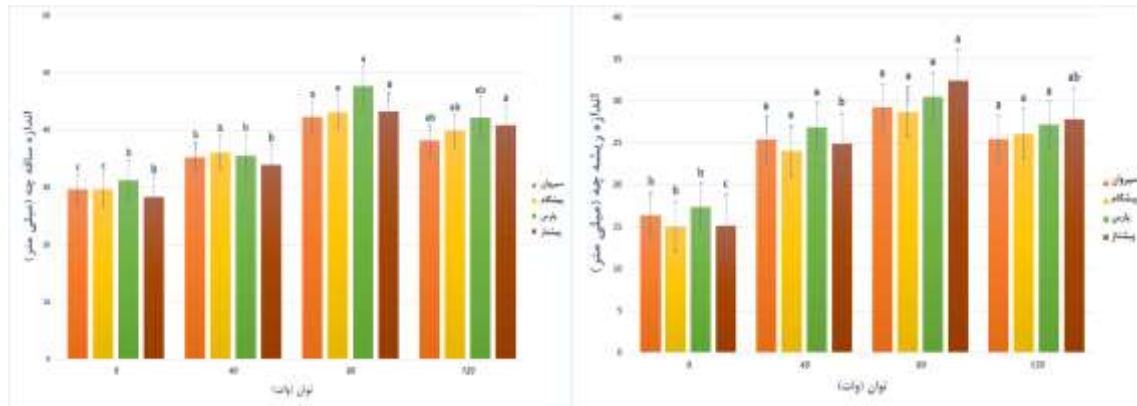
نتایج :

درصد جوانه‌زنی نهایی: درصد جوانه‌زنی نهایی بذره‌های گندم در شکل ۲ آورده شده است. توان صفر مربوط به حالت شاهد است. گندم رقم پیشتاز به تمام تیمارهای پلاسما واکنش مثبت نشان داده است و درصد جوانه‌زنی به ۱۰۰ درصد رسیده است. درصد جوانه‌زنی تیمار ۸۰ وات گندم پارس، پیشتاز، پیشگام و سیروان نسبت به شاهد به ترتیب، ۲۲٫۹۸٪، ۱۶٫۳۲٪، ۱۵٫۴۷٪ و ۱۴٫۱٪ افزایش معناداری یافته است. در تمام شکل‌ها، حروف مشترک به معنای عدم تفاوت معنی‌دار و حروف مستقل به معنی تفاوت معنی‌دار در هر گروه است.



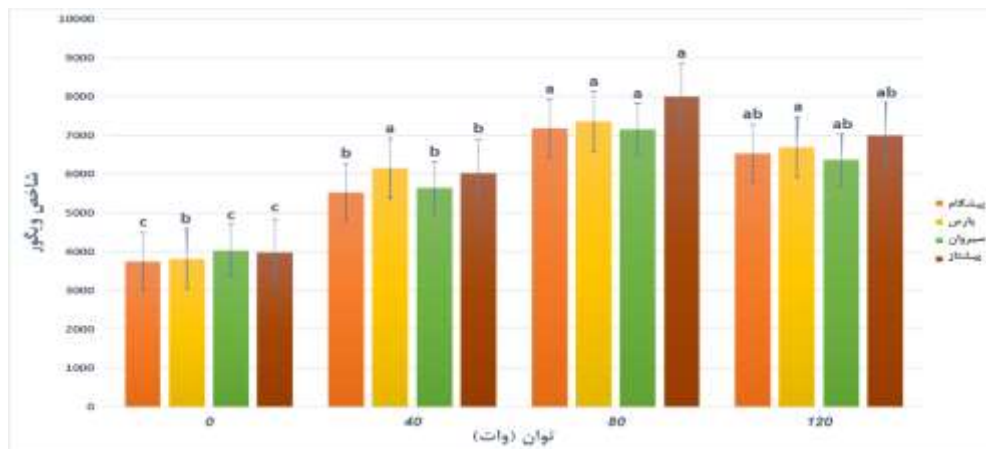
شکل ۲. درصد جوانه‌زنی نهایی بر حسب توان‌های مختلف

طول گیاهچه: در شکل ۳ اندازه ساقه‌چه و ریشه‌چه ارقام گندم پس از ۱۴ روز مشخص شده است. بذره‌های تیمار شده با پلاسما بیشتر از شاهد رشد کرده و پلاسمای ۸۰ وات برای بذر گندم تیمار بهینه‌ای داشته است. گندم پیش‌تاز بیشترین تاثیر را از پلاسما دریافت کرده است.



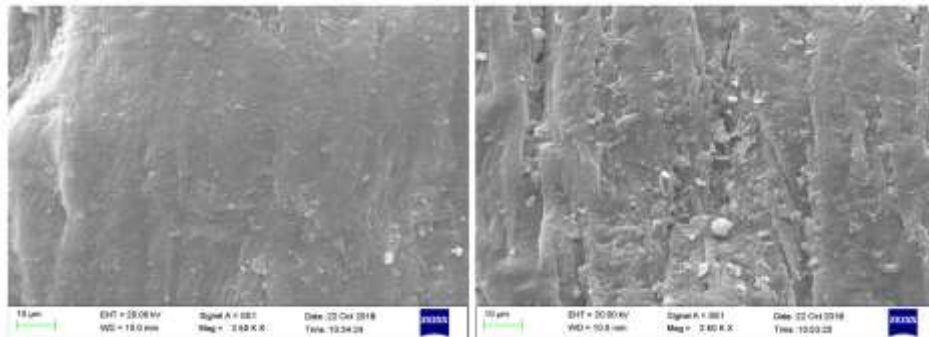
شکل ۳. اندازه ساقه‌چه و ریشه‌چه ارقام مختلف گندم بر حسب توان‌های مختلف

شاخص ویگور: مطالعه رفتار ویگور بذره‌های گندم در شرایط تیمار با پلاسما سرد نشان داد که تیمار با پلاسما ۸۰ وات به میزان معناداری باعث افزایش قدرت جوانه‌زنی بذر گندم شد که این امر را می‌توان به افزایش جذب آب نسبت داد که تاثیر مثبت بر جوانه‌زنی داشته است. گندم پیش‌تاز، پارس، پیش‌گام و سیروان در تیمار ۸۰ وات نسبت به شاهد، به ترتیب ۱۰۱٪، ۷۵٫۵٪، ۷۴٫۴٪ و ۵۸٪ افزایش داشته است.



شکل ۴. شاخص ویگور بر حسب توان‌های مختلف

آنالیز SEM. از سطح بذرها عکس برداری شده است که به عنوان نمونه، حالت شاهد و تیمار پلاسما ۸۰ وات بذر گندم پیشتاز انتخاب شده است. شکل ۵ نشان می‌دهد که پلاسما در سطح بذر، ترک و حفره‌های الکترونی ایجاد کرده است که منجر به افزایش جذب آب و اکسیژن و در نتیجه افزایش جوانه‌زنی می‌شود.



شکل ۵. آنالیز SEM از سطح بذر گندم پیشتاز (چپ) شاهد و راست) تیمار ۸۰ وات

بحث و نتیجه گیری :

در این مقاله اثر پلاسما سرد بر رشد و جوانه‌زنی بذرهای گندم پیشتاز، پارس، سیروان و پیشگام مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج آزمایش و بررسی صفات مختلف جوانه‌زنی و آنالیز SEM، مشخص شد که تیمار پلاسما بر سطح بذرهای گندم تاثیر معناداری داشته است و باعث افزایش نفوذ آب به درون بذر و راه‌اندازی واکنش‌های بیوشیمیایی مربوط به جوانه‌زنی شده که در نتیجه باعث افزایش جوانه‌زنی و قدرت ظهور ساقه‌چه و ریشه‌چه در مقایسه با شاهد شد. این مورد می‌تواند منجر به بهبود استقرار بذر در زمین زراعی گردد و ریسک کاهش تراکم مطلوب بوته را کاهش دهد. در واقع پلاسما با ایجاد منافذ الکترونی بر سطح بذر، آب‌نوشی بذر را بالا برده و این منافذ الکترونی پوسته را برای جوانه شکننده‌تر ساخته است تا با انرژی کمتری، جوانه بتواند پوسته را کنار بزند و رشد کند. درصد جوانه‌زنی تیمار ۸۰ وات گندم پارس، پیشتاز، پیشگام و سیروان نسبت به شاهد به ترتیب، ۲۲٫۹۸٪، ۱۶٫۳۲٪، ۱۵٫۴۷٪ و ۱۴٫۱٪ افزایش معناداری یافته است. شکل ۴ افزایش ۱۰۱٪ شاخص ویگور گندم پیشتاز تیمار شده با پلاسما ۸۰ وات را نسبت به شاهد نشان می‌دهد. همچنین رقم‌های پارس، پیشگام و سیروان در این حالت به ترتیب ۷۵٫۵٪، ۷۴٫۴٪ و ۵۸٪ افزایش نسبت به شاهد داشته‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار با پلاسما ۸۰ وات برای بذرهای گندم می‌تواند به عنوان یک روش عالی افزایش جوانه‌زنی و رشد جوانه، معرفی شود.



مراجع :

1. Foti, S. and et al, 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under low temperatures. *Seed Sci. & Technol.*30:521-533.
2. Wu, Y., and Cosgrove, D.J., 2000. Adaptations of rots to low water potentials by changes in cell wall extensibility and cell wall proteins. *Journal of Experiment of Botany.*51:1543
3. Qureshi, A. S. and et al, 2007. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.30p. (IWMI Working Paper 125).
4. Blum, A., Sinmena, B., Ziv, O., 1980. An evaluation of seed and seedling drought tolerance screening tests in wheat. *Euphytica.* 29:727-736
5. Sera B, Spatenka P, Sery M, Vrchotova N, Hruskova I, 2010. Influence of plasma treatment on wheat and oat germination and early growth. *IEEE Trans Plasma Sci*38:2963–2968
6. Zehra A and et al, 2013. Effect of ascorbic acid on seed germination of three halophytic grass species under saline conditions. *Grass Forage Sci* 68:339–344
7. Zhao GW, Jiang XW, 2014. Roles of gibberellin and auxin in promoting seed germination and seedling vigor in pinus massoniana. *For Sci* 60:367–373
8. Xu G and et al, 2012. Biological effects of low energy nitrogen ion implantation on *Jatropha curcas* L. seed germination. *Nucl Instrum Method B* 287:76–84
9. Yao WF, Shen YB, 2015. Effect of magnetic treatment on seed germination of loblolly pine (*Pinus taeda* L.). *Scand J for Res* 30:639–642
10. Denes F, Manolache S, Young RA, 1999. Synthesis and surface functionalization under cold-plasma conditions. *J Photopolym Sci Technol* 12:27–38
11. Yin MQ, Huang MJ, Ma BZ, Ma TC, 2005. Stimulating effects of seed treatment by magnetized plasma on tomato growth and yield. *Plasma Sci Technol* 7:3143–3147
12. Khademian, R and et al, 2004. Assessment of mutagenic effects of various dose of gamma rays on several Iranian rice genotype. *Khazar Agriculture and Environmental Research*, 13.
13. Hardgree S.P., and Emmerich W.E. 1994. Seed germination response to polyethylene glycole solution depth. *Seed Science and Thecnology*, 22:1-7.
14. Dhayal M, Lee SY, Park SU, 2006. Using low-pressure plasma for *Carthamus tinctorium* L. seed surface modification. *Vacuum* 80:499–506
15. Abutalebian M.A and et al, 2006. The effect of osmopriming of six wheat cultivar on speed, percentage and base temperature of germination and vigour index of seedling. *Agriculture research Journal (persian Journal)*. 5(1):67-82
16. Li L, Jiang JF, Li JG, Shen MC, He X, Shao HL, Dong YH, 2014. Effects of cold plasma treatment on seed germination and seedling growth of soybean. *Sci Rep* 4:5859–5865
17. Bo Liu and et al, 2019. Non-thermal DBD plasma array on seed germination of different plant pecies, *Journal of Physics D: Applied Physics*, 52, 025401 (12pp)