

اثر میدان شعوری فرادرمانی بر برخی شاخص‌های رشد گیاه گندم در شرایط میکروگراویتی و گرانش زمین

* نویسنده مسئول: سارا ترابی، دپارتمان زیست گیاهی، دانشکده‌ی زیست‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران
ایمیل: torabi89_s@ut.ac.ir

محمدعلی طاهری^۱، سارا ترابی^{۲*}، مبشر حسین^۳، آیدین حمیدی^۴، زهرا حاج ابراهیمی^۵، فرید سمسارها^۶

DOI: doi.org/10.61450/joci.FA.v2i12.166

۱- بخش تحقیق و توسعه ساینس‌فکت، مرکز تحقیقات کامپوایتل، انتاریو، کانادا

۲- دپارتمان زیست گیاهی، دانشکده زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران،

تهران، ایران

۳- دپارتمان زراعت، دانشگاه کشاورزی، فیصل آباد، پاکستان

۴- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقاتی ثبت و گواهی بذر و

نهال، کرج، ایران

۵- محقق هوافضا و علوم زیستی، تهران، ایران

۶- انستیتو بیوشیمی و بیوفیزیک (IBB)، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

میدان شعوری فرادرمانی (FCF) که محمدعلی طاهری آن را به‌عنوان میدانی غیرمادی و غیرانرژیایی معرفی کرده است، می‌تواند اثرات قابل مشاهده‌ای بر موضوعات گوناگون داشته باشد. این اثرات را می‌توان با طراحی آزمایش‌های مختلف بررسی کرد. گرانش، بر رشد و مورفونز گیاهان تأثیر می‌گذارد. بنابراین، در شرایط میکروگراویتی (MG) در فضا، این فرایندها کاملاً تحت تأثیر قرار می‌گیرد. هدف این مطالعه بررسی اثر این میدان شعوری فرادرمانی بر رشد بذر گندم در شرایط MG و گرانش زمین (NG) بود. به این منظور، بعد از سه روز رشد بذر گندم در گرانش زمین، نیمی از نمونه‌ها به دستگاه کلینوستات با ۴۰ rpm و به مدت ۹۶ ساعت منتقل شدند. نمونه‌های بدون تأثیر میدان، به‌عنوان کنترل در نظر گرفته شدند. برخی از شاخص‌های رشدی مانند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تغییرات این شاخص‌های رشد در محیط میکروگراویتی نسبت به گرانش زمین معنادار نبود. اعمال میدان شعوری فرادرمانی باعث افزایش معنادار (به‌طور میانگین ۶۵٪ طول ریشه‌چه و ساقه‌چه) در گرانش زمین شد. در محیط MG، تغییرات تحت تأثیر میدان، از نظر آماری معنادار نبود. این نتایج نشان می‌دهد که فرادرمانی در محیط NG و MG متفاوت عمل کرده است. پیشنهاد می‌شود به منظور بررسی اثر فرادرمانی بر شاخص‌های بیوشیمیایی گیاه در گرانش متغیر، آزمایش‌های بیش‌تری انجام شود.

کلیدواژه‌ها: میدان شعوری فرادرمانی، میکروگراویتی، گندم

مقدمه

زمین به عنوان سیاره‌ای خاص در منظومه‌ی شمسی و تنها مکانی در کیهان که می‌تواند میزبان حیات باشد، شناخته شده است. این سیاره نه تنها زیستگاه انسان است، بلکه محیط مناسبی برای حیات موجودات مختلف، از گیاهان و جانوران گرفته تا میکروارگانیسم‌ها، فراهم کرده است. موجودات زنده، از جمله گیاهان، همواره در معرض گرانش بوده‌اند و این نیرو طی تکامل و شکل‌گیری و توسعه‌ی اندام‌های آن‌ها نقش داشته است. به این ترتیب، انتظار می‌رود فرایندهای مورفوژنز و رشد به دلیل قرارگرفتن در شرایط میکروگراویتی (MG) در فضا تحت تاثیر قرار بگیرد (۱). طی چند دهه‌ی گذشته، آزمایش‌های مختلفی برای بررسی تغییرات شکل و پارامترهای رشد گیاهان گوناگون انجام شده است. به عنوان مثال، آزمایش آزمایشگاه فضایی D1 نشان داد که ریشه‌های شاهی^۱ در جهت‌های گوناگون در مقایسه با ریشه‌های کنترل در گرانش زمین رشد می‌کنند (۲).

علاوه بر این، نشان داده شده است که گیاهان می‌توانند در شرایط میکروگراویتی رشد کنند و تکثیر شوند، مانند رشد بذر به بذر آراییدوپسیس^۲ (۳) و گندم (۴). صرف‌نظر از جمع‌آوری اطلاعات اساسی درباره‌ی رفتار گیاه و پاسخ به گرانش در روند رشد، این آزمایش‌ها می‌توانند در برخی جنبه‌ها به فضانوردان کمک کنند. به عنوان مثال، اکتشافات فضایی آینده، مانند ماموریت‌های ماه و مریخ، به نوعی سیستم پشتیبانی از حیات نیاز دارند و گیاهان می‌توانند هوای تازه و تولید غذا را برای انسان فراهم کنند (۵). هدف از این مطالعه بررسی اثر میدان شعوری فرادرمانی بر برخی شاخص‌های رشدی بذر گندم در دو گرانش زمین و میکروگراویتی است.

مواد و روش‌ها

به‌کارگیری میدان شعوری فرادرمانی: با توجه به توضیحات ارائه‌شده در بخش ملاحظات این شماره انجام شد.

آماده‌سازی نمونه‌ها و اعمال میکروگراویتی

بذر گندم (*Triticum aestivum* L. cv. Rakhshan) از موسسه‌ی اصلاح نهال و بذر کرج، استان البرز تهیه شد. ابتدا بذر با استفاده از 1.75% NaOCl به مدت ۱۰ دقیقه استریل شدند و سپس دو بار با اتانول ۹۵% شست‌وشو شدند. در مرحله‌ی بعد، هشت بذر در هر ظرف پتری دیش حاوی آگار (۱/۵ گرم آگار / ۱۰۰ میلی‌لیتر) و در یک جهت چیده شدند. بذر در این مرحله آب جذب کردند و پس از آن از پارافیلیم برای چسباندن در روی ظروف پتری استفاده شد. بین در و پتری شکافی در نظر گرفته شد که امکان دسترسی به اکسیژن وجود داشته باشد. پس از آن، زمان چرخاندن ظروف پتری به صورت عمودی است؛ برای انجام این کار از نگه‌دارنده استفاده شد و اطمینان حاصل شد که هر ظرف پتری با یک خط مرجع (که روی هر صفحه برای نشان‌دادن جهت بردار گرانش ترسیم شده)، هم‌سو باشد. نگه‌دارنده‌ها سپس در چمبر رشد در دمای

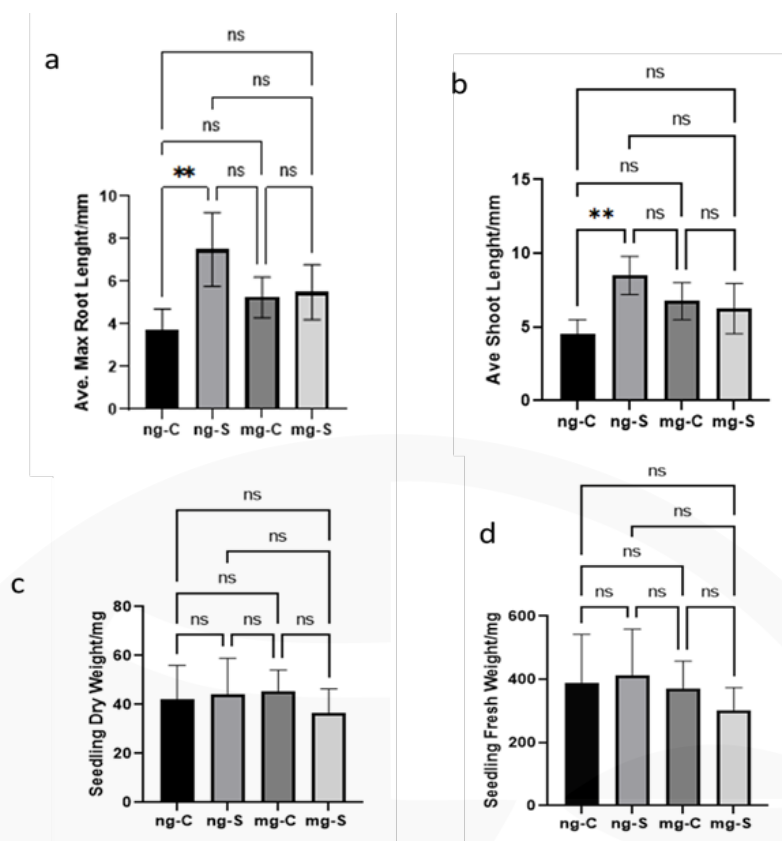
۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، شدت نور ۵۰ لوکس و رطوبت ۸۰٪ به مدت سه روز قرار داده شدند. پس از آن، پلیت‌های حاوی بذرهای جوانه‌زده به دو گروه (۱) گرانش نرمال زمین (NG) و (۲) نمونه‌های در معرض MG در دستگاه کلینواستات و در هر گروه، دو زیر گروه به صورت بذرهای تحت تیمار میدان شعوری فرادرمانی و بدون آن (۴=n پلیت در هر گروه) وجود داشتند. نمونه‌های بدون تاثیر FCF به عنوان کنترل لحاظ شدند. پلیت‌ها در دستگاه به مدت ۹۶ ساعت تحت چرخش کلینواستات rpm40 قرار گرفتند (۲). در این آزمایش، تمام فرایندها بر اساس روش استاندارد آماده‌سازی که در UNOOSA برای آزمایش‌های گیاهی (سازمان ملل متحد، ۲۰۱۳) مشخص شده است، انجام شد (۶). برخی از شاخص‌های رشدی مانند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک دانه رست‌ها (ساقه‌چه + ریشه‌چه) اندازه‌گیری شدند. برای سنجش وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتیگراد خشک شدند و با ترازوی دیجیتالی با دقت سه صفر وزن شدند.

آنالیز آماری

تمامی آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار GraphPad Prism (نسخه‌ی ۹) انجام شد. هر اندازه‌گیری سه بار انجام شد و نتایج به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار ارائه شد. برای تعیین معناداری آماری، آزمون ANOVA دو طرفه انجام شد و $p\text{-value} < 0.05$ آستانه‌ی معناداری آماری در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

در شکل ۱، تغییرات مربوط به طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در شرایط میکروگراویتی و گرانش زمین نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمونه‌های تحت تاثیر میدان شعوری فرادرمانی در گرانش زمین افزایش معناداری در طول را نشان دادند. اما در محیط کلینواستات اگرچه نسبت به گرانش زمین روند افزایش رشد مشاهده می‌شود اما تغییرات معنادار نبود و رفتار نمونه تحت تاثیر میدان شعوری (ط) و کنترل تقریباً مشابه بود. تغییرات مربوط به وزن تر و خشک نمونه‌ها معنادار نبود. کم‌ترین مقدار مطابق با نمودار، مربوط به نمونه‌های تحت تاثیر میدان شعوری (ط) در شرایط MG است.



شکل ۱. تغییرات مربوط به طول ریشه چه (a)، ساقچه چه (b)، وزن خشک (c) و وزن تر دانه‌رست‌ها (d) در گرانث زمین (ng) و میکروگراویتی (*: $p\text{-value} < 0.05$, **: $p\text{-value} < 0.01$). ng-C: نمونه‌های کنترل در گرانث زمین، ng-S: نمونه‌های تحت تاثیر فرادرمانی در گرانث زمین، mg-C: نمونه‌های کنترل در میکروگراویتی، mg-S: نمونه‌های تحت تاثیر فرادرمانی در میکروگراویتی

فرادرمانی مقاومت بهتری به تنش شوری داشت (۱۰).

در جمع‌بندی، علاوه بر این که اثر میدان شعوری فرادرمانی در این آزمایش تایید می‌شود، مطابق با نتایج بدست آمده می‌توان فهمید این میدان در شرایط گرانثی متغیر، نتایج گوناگونی در پی دارد. بنابراین، به منظور درک بهتر این میدان، پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های بیش‌تری در محیط‌های هایپروگراویتی و میکروگراویتی انجام شود و شاخص‌های بیوشیمیایی دیگر از قبیل تغییرات هورمون‌های گیاهی نیز تحت تاثیر این میدان بررسی شوند.

این مشاهده با مطالعات قبلی مطابقت دارد؛ به عنوان مثال تایید شده است که سلول‌های گیاهی در گرانث زمین باید به منظور تطابق با این لود مکانیکی انرژی مصرف کنند، در حالی که ممکن است این انرژی در شرایط میکروگراویتی در بیوسنتز برخی از متابولیت‌ها برای رشد به کار برده شود (۷). همچنین افزایش رشد طولی به دنبال استرس MG نیز در مطالعات دیگری گزارش شده است (۸). در شرایط گرانث زمین، اعمال میدان شعوری فرادرمانی باعث افزایش قابل توجه رشد ریشه چه شد. بر اساس یافته‌های قبلی، گیاهان با ریشه‌های اولیه‌ی طویل‌تر، مقاومت بهتری نسبت به تنش‌های غیرزیستی مانند شوری و خشکی دارند (۹). بر اساس آزمایش قبلی، مشاهده کردیم گیاه گندم در اثر میدان شعوری

منابع

1. Hoson, T., Soga, K., Wakabayashi, K., Kamisaka, S., & Tanimoto, E. (2003). Growth and cell wall changes in rice roots during spaceflight. In *Roots: The Dynamic Interface between Plants and the Earth: The 6th Symposium of the International Society of Root Research*, 11–15 November 2001, Nagoya, Japan (pp. 19-26). Springer Netherlands.
2. Volkmann, D., Behrens, H. M., & Sievers, A. (1986). Development and gravity sensing of cress roots under microgravity. *Naturwissenschaften*, 73, 438-441.
3. Link, B. M., Durst, S. J., Zhou, W., & Stankovic, B. (2003). Seed-to-seed growth of *Arabidopsis thaliana* on the International Space Station. *Advances in Space Research*, 31(10), 2237-2243.

4. Monje, O., Richards, J. T., Dimapilis, D. I., Tellez-Giron, G. M., De Mars, M., Dufour, N. F., ... & Onate, B. G. (2018, November). Wheat Crop in the Advanced Plant Habitat of the International Space Station. In 2018 *American Society of Agronomy Meeting* (No. KSC-E-DAA-TN64236).
5. Ruyters, G., & Braun, M. (2014). Plant biology in space: recent accomplishments and recommendations for future research. *Plant Biology*, 16, 4-11.
6. United Nations. *Teacher's guide to plant experiments in microgravity, human space technology initiative*. United Nations Programme on Space Applications, New York. Publishing and Library Section, United Nations Office, ST/SPACE/63; 2013.
7. Soleimani, M., Ghanati, F., Hajebrahimi, Z., Hajnorouzi, A., Abdolmaleki, P., & Zarinkamar, F. (2019). Energy saving and improvement of metabolism of cultured tobacco cells upon exposure to 2-D clinorotation. *Journal of plant physiology*, 234, 36-43.
8. Hoson, T. (2014). Plant growth and morphogenesis under different gravity conditions: relevance to plant life in space. *Life*, 4(2), 205-216.
9. Chen, Y. S., Lo, S. F., Sun, P. K., Lu, C. A., Ho, T. H. D., & Yu, S. M. (2015). A late embryogenesis abundant protein HVA 1 regulated by an inducible promoter enhances root growth and abiotic stress tolerance in rice without yield penalty. *Plant biotechnology journal*, 13(1), 105-116.
10. Torabi S, Taheri MA and Semsarha F. Alleviative effects of Faradarmani Consciousness Field on *Triticum aestivum* L. under salinity stress [version 3; peer review: 1 approved]. *F1000Research* 2021, 9:1089 (<https://doi.org/10.12688/f1000research.25247.3>)