

مقاله پژوهشی

## ارزیابی اثر تغذیه گیاه مادری سویا (*Glycine max*) بر صفات کیفی بذر تحت آزمون پیری تسریع شده

الهام لطیفی نیا<sup>۱</sup>، حمیدرضا عیسوند<sup>۲\*</sup>

چکیده مبسوط

مقدمه: ظرافت ساختاری و فیزیولوژیکی بذر سویا به عنوان یک شاخصه کیفی مهم در زراعت این گیاه شناخته می‌شود، ولی در عین حال مزمن‌ترین مشکلات کیفیت بذرسویا، کاهش کیفیت بذر طی نگهداری و پیش از کشت می‌باشد. لذا تأثیر برخی عناصر تغذیه‌ای بر پارامترهای کیفی بذر سویا تحت تنش پیری تسریع شده بررسی شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش طی دو سال متوالی (۱۳۹۸-۱۳۹۹) در مزارع تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. تیمارهای تغذیه شامل مصرف نیتروژن و فسفر (به صورت خاک کاربرد) و آهن و مولیبدن به صورت محلول پاشی بودند. بذرها در مرحله رسیدگی برداشت شدند و وزن هزاردانه و مقاومت مکانیکی پوسته بررسی شد. پس از اعمال پیری تسریع شده بر بذرها، نشأت مواد از بذر اندازه‌گیری و همچنین آزمون جوانه‌زنی استاندارد روی آنها اعمال شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که استفاده از عناصر غذایی بر تمامی صفات مورد مطالعه اثر معنی‌داری داشت؛ اما اثر سال تنها بر وزن هزار دانه و مقاومت مکانیکی پوسته بذر معنی‌دار بود. بیشترین میزان صفات مرتبط با کیفیت بذر مربوط به تیمار کامل کودی (N-P-Mo) بود و پیری تسریع شده تأثیر منفی کمتری بر آنها داشت.

نتیجه‌گیری: در بین عناصر، نیتروژن و فسفر بیشترین اثر را بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشتند و آهن و مولیبدن در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بذرهایی که دارای بنیه قوی بودند و تیمار کودی در آنها اعمال شده بود، کمتر تحت تأثیر پیری تسریع شده قرار گرفتند و جوانه‌زنی بهتری داشتند. هر چه بنیه بذر ضعیف‌تر، نسبت به این تنش حساس‌تر بودند.

واژه‌های کلیدی: زوال بذر، سویا، تغذیه کودی، کیفیت بذر

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- اثر تغذیه گیاه سویا بر صفات کیفی بذر تحت آزمون پیری تسریع شده بررسی گردید.
- ۲- اثر عناصر پر مصرف و کم مصرف بر جوانه‌زنی و کیفیت بذر سویا بررسی گردید.

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه لرستان

<sup>۲</sup> استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان



## مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) از جمله گیاهان منشاء گرفته از آسیای شرقی (چین) می‌باشد که تقریباً ۵۰ درصد از کل تولید دانه‌های روغنی جهان را تشکیل می‌دهد و بذر آن منبعی غنی از روغن و پروتئین گیاهی است (سوجیاما<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). تولید جهانی سویا بر اساس آمار منتشر شده از سوی فائو ۳۴۶/۰۲ میلیون تن می‌باشد (فائو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸). در طی سالین اخیر میزان تولیدات محصولات کشاورزی با تقاضای جمعیت همگام نشده است، بنابراین بهبود زراعت گیاهان کلیدی از جمله سویا الزامی است (وینجیر<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). عوامل مختلفی کیفیت بذر گیاهان زراعی از جمله سویا را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ژنوتیپ، فناوری‌های مدیریت زراعی و محیط از جمله این عوامل می‌باشند و از زمان کاشت گیاه مادری تا زمان برداشت و پس از برداشت می‌توانند بر کیفیت بذر سویا تأثیرگذار باشند. تاریخ کاشت، تراکم کاشت، تغذیه گیاه مادری، تنش‌های محیطی، زمان برداشت، روش برداشت، خشک کردن بذر، نوع انبار و مدت انبار بذر، همگی بر کیفیت بذر تأثیرگذار هستند (شیدایی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۴).

یکی از روش‌های سنجش کیفیت بذرهای تولید شده، آزمون پیری تسریع شده است. اصل این روش براساس تسریع مصنوعی پیری بذر با قرار دادن آن‌ها در سطوح دما و رطوبت نسبی بالا به عنوان برجسته‌ترین عوامل محیطی در رابطه با شدت و سرعت پیری می‌باشد. در این حالت بذرهای کم کیفیت سریع‌تر از بذر با کیفیت زوال می‌یابند (کاپیلان و تیاگاراچا<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵). زوال بذر وقایع بیوشیمیایی زنجیره وار است که عمدتاً با خسارت به غشاء و اختلال واکنش‌های بیوشیمیایی شروع می‌شود و به دنبال آن بسیاری خواص حیاتی بذر از جمله سرعت جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه کاهش پیدا می‌کند و در آخر با افزایش گیاهچه‌های غیر طبیعی منجر به مرگ بذر می‌شود. این

کاهش قابلیت حیات، تغییرات شیمیایی و ساختمانی برگشت ناپذیر در ترکیبات سلولی بوجود می‌آورد (والترس<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). زوال بذر، به علت عدم شرایط محیطی مطلوب، سبب کاهش کیفیت و قابلیت حیات بذر می‌شود (کاپور<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

در پژوهشی با بیشتر شدن رطوبت بذر از ۱۲ درصد زوال سریعتری در بذر سویا ایجاد شد. به گونه‌ای که بذرهایی با رطوبت بالا بخصوص در شرایط انبار کردن نامطلوب سریعتر کیفیت خود را از دست داده و در شرایط مزرعه‌ای به علت کاهش تراکم نهایی منجر به کاهش عملکرد گردید. با نگهداری بذر در شرایط کنترل شده سرعت زوال بذر کاهش پیدا کرد. همچنین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که رطوبت بذر و شرایط انبار کردن عوامل مهم‌تری نسبت به قوه نامیه اولیه است به گونه‌ای که اثر قوه نامیه در بذرهای نگهداری شده با رطوبت بالا در انبار مغان تفاوت معنی‌داری داشت (شیدایی<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۹).

با مصرف کود نیتروژن در سویا اثرات مثبتی مشاهده شده است و بذرهایی که گیاه مادری آنها تحت تیمار کود نیتروژن قرار داشتند از نظر پیری تسریع شده مقاومت نشان داده و نشأت مواد در آنها کمتر بوده و هدایت الکتریکی پایین‌تری را نشان دادند (رودریگوس<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۲۰). در بذر نخود ایرانی رقم هاشم، اثر تیمار زوال بر همه خصوصیات جوانه‌زنی و نشأت کاتیونی به جز سدیم بذر قبل از آبشویی معنی‌دار بود. کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص قدرت بذر و درصد گیاهچه عادی در شدت‌های زوال مصنوعی ۴ و ۵ روز بیش‌تر از انبارداری طبیعی ۲ و ۴ سال بود. تولید مالون‌دی‌آلدئید، هدایت الکتریکی و نشأت سدیم و پتاسیم در آب نیز با افزایش شدت زوال مصنوعی تا ۵ روز نسبت به انبارداری طبیعی افزایش بیش‌تری یافت که به دلیل عدم توانایی غشاها در حفظ انسجام خود بود.

<sup>1</sup> Sugiyama<sup>2</sup> Fao<sup>3</sup> Wingeyer<sup>4</sup> Sheidaei<sup>5</sup> Kapilan and Thiagarajah<sup>6</sup> Walters<sup>7</sup> Kapoor<sup>8</sup> Sheidaei<sup>9</sup> Rodrigues

شدند. پس از آماده سازی زمین، عملیات کاشت در ۸ خرداد هر سال انجام شد. شش تیمار ترکیبی مختلف تغذیه‌ای حاصل استفاده از نیتروژن، فسفر، آهن و مولیبدن در جدول ۳ آورده شده‌اند. در فرآیند اجرای آزمایش ابعاد کرت‌های آزمایشی (۳×۵) متر مربع در نظر گرفته شد. هر یک از این کرت‌ها شامل ۵ خط کاشت به طول ۵ متر بود. فاصله بین کرت‌های آزمایشی ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۳ متر در نظر گرفته شد و فاصله خطوط در هر کرت ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در تاریخ ۸ خرداد هر سال، بذر سویا رقم کوثر بعد از تلقیح با کود بیولوژیک حاوی باکتری *Bradirhizobium japonicum* با شمارش  $10^7$  تا  $10^8$  (CFU/gr) ساخت شرکت زیست فناوری سبز به صورت بذرمال انجام شد. تلقیح شب قبل از کشت در سایه انجام گردید.

با افزایش شدت زوال میزان سدیم و پتاسیم باقیمانده در بافت بذری کاهش یافت (شعبان<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).

در پژوهشی دیگر به بررسی اثرات محلول پاشی نانوآکسید آهن بر ترکیب مواد معدنی دانه سویا پرداخته شد، نتایج نشان داد که آهن منجر به افزایش جذب پتاسیم از خاک گشته و رشد رویشی گیاهچه‌های سویا را بهبود می‌بخشد، از طرفی آهن با بهبود گره زایی در ریشه باعث افزایش تثبیت نیتروژن گردید (یانگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).

هدف پژوهش حاضر این بود که ضمن بررسی کیفیت بذرها سویای تولید شده در شرایط تغذیه‌ای ویژه، همبستگی بین میزان دریافت بهینه عناصر غذایی و کیفیت بذر مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین کیفیت بذور تولید شده تا چه حد تحت تأثیر تغذیه گیاه مادری بوده و از بین عناصر مورد مطالعه کدام یک نقش موثرتری بر کیفیت بذر داشته‌اند.

### مواد و روش‌ها

آزمایش در طی دو سال متوالی (۱۳۹۸-۱۳۹۹) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان با موقعیت جغرافیایی (33° 26' 15"N, 48° 15' 39"E) و ارتفاع ۱۱۱۷ متر از سطح دریا انجام شد. قبل از شروع آزمایش، از خاک مزرعه (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری) ۱۵ نمونه تصادفی به وسیله اوگر برداشت و نمونه‌ها ادغام شدند. نتایج حاصل از تجزیه خاک و برخی پارامترهای اقلیمی ثبت شده طی مدت زمان آزمایش به ترتیب در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. بر مبنای نتایج حاصل از تجزیه خاک میزان کود مصرفی شامل نیتروژن از منبع کود اوره (که نسبت NPK در آن برابر با ۰-۰-۴۶ است) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۷۵ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و ۷۵ کیلوگرم در زمان ۱/۵ به صورت سرک) و فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (حاوی ۴۶ درصد  $P_2O_5$ ) به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت و در هنگام شخم به صورت خاک کاربرد استفاده

<sup>1</sup> Shaban

<sup>2</sup> Yang

## لطیفی نیا و عیسوند: ارزیابی اثر تغذیه گیاه مادری سویا...

جدول ۱. تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

**Table 1.** Chemical and physical analysis of the research farm soil, Faculty of Agriculture, Lorestan University

سال Year	بافت خاک Soil texture	درجه اسیدی pH	هدایت الکتریکی EC ( $\mu$ mho/cm)	کربن C (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P mg kg <sup>-1</sup>	پتاسیم K mg kg <sup>-1</sup>	آهن Fe mg kg <sup>-1</sup>	مولیبدم Mo mg kg <sup>-1</sup>	مس Cu mg kg <sup>-1</sup>	منگنز Mn mg kg <sup>-1</sup>	روی Zn mg kg <sup>-1</sup>
2019	لوم_رسی Clay loam	7.73	0.64	1.04	0.039	7.6	352	3.4	0.032	0.3	2.8	0.7
2020	لوم_رسی Clay loam	7.42	0.57	1.02	0.036	7.3	368	3.9	0.041	0.28	0.23	0.6

جدول ۲. دما، بارش و رطوبت نسبی در طول دوره آزمایش

**Table 2.** Temperature, precipitation and relative humidity during the experimental period

ماه Month	دما (°C)						بارش		تابش			
	حداکثر		حداقل		میانگین		Precipitation (mm)		RH (%)		Sunshine (h)	
	Maximum	Maximum	Minimum	Minimum	Average	Average	2019	2020	2019	2020	2019	2020
May (خرداد)	35.8	38.2	4.6	6.7	20.2	21.8	5.5	6.6	51.0	40.0	10.0	10.8
June (تیر)	41.6	40.5	14.0	13.6	28.2	26.6	0.0	0.0	27.0	23.0	12.3	12.2
July (مرداد)	45.4	45.4	17.0	15.7	30.2	31.3	0.0	1.8	24.0	22.0	12.0	11.1
August (شهریور)	44.6	41.6	18.3	14.2	31.3	28.7	0.0	0.0	21.0	23.0	11.0	12.0
September (مهر)	39.7	39.4	12.1	11.7	25.8	26.9	0.0	0.1	22.0	22.0	11.0	10.3

درصد (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کشت و در هنگام شخم به صورت خاک کاربرد استفاده شدند. کلات آهن از منبع سکوسترین ۱۳۸ با دز دو در هزار و کلات مولیبدن به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار در مرحله قبل از گلدهی به صورت محلول پاشی استفاده شدند. جهت عدم تداخل تیمار محلول پاشی از محافظ پلاستیکی بین کرت‌ها استفاده شد.

بعد از اتمام عملیات زراعی در مزرعه و برداشت بذرها در تاریخ ۲۲ مهر، صفات وزن هزاردانه و مقاومت به ضربه آنها اندازه گیری شد. برای بررسی مقاومت به ضربه بذرها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم قرار گرفتند و مقاومت مکانیکی پوسته براساس

تراکم بوته پس از استقرار بوته‌ها ۳۵ بوته در هر متر مربع در نظر گرفته شد. بذرها در مزرعه در عمق ۴ تا ۵ سانتی‌متری خاک کشت شدند. تراکم بوته پس از استقرار بوته‌ها ۳۵ بوته در هر متر مربع در نظر گرفته شد. در این آزمایش از سیستم آبیاری قطره‌ای استفاده گردید. قبل از هر بار آبیاری، نیاز رطوبتی خاک مزرعه از طریق کمبود رطوبت خاک نسبت به ظرفیت زراعی مزرعه محاسبه و مبنای آن میزان آب مصرفی در هر دور آبیاری تعیین گردید. لازم به ذکر است که آبیاری با روش سیستم قطره‌ای به صورت هر ۴ روز یک بار انجام شد و در نهایت در زمان سخت شدن دانه نیز آبیاری قطع گردید. نیتروژن از منبع کود اوره (که نسبت NPK در آن برابر با ۰-۰-۴۶ است) به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (حاوی ۴۶

برای اندازه‌گیری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه از خط کش و برای وزن‌تر و خشک بعد از قرار دادن گیاه در آون از ترازو استفاده شد. درصد جوانه‌زنی از رابطه زیر محاسبه شد:

$$GP = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100$$

با استفاده از اطلاعات تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز، سرعت جوانه‌زنی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$GI = \sum_i \frac{ni}{Di}$$

Ni: تعداد بذرهای سبز شده در روز i ام، Di: تعداد روز پس از شروع آزمایش (آگروال<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴).

#### آنالیز داده‌ها

داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab از نظر نرمال بودن و وجود داده پرت، بررسی و توسط نرم افزار نسخه ۲۰۱۰ SAS تجزیه واریانس شد. برای رسم نمودار نیز از نرم افزار نسخه 2013 Excel استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن (در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد.

شمارش بذرهای متورم نشده و محاسبه آن به صورت درصد انجام شد (هنینگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). سپس به منظور بررسی پارامترهای جوانه‌زنی و هدایت الکتریکی، بذرها ابتدا تحت شرایط پیری تسریع شده (۷۲ ساعت در دمای ۴۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰۰٪) قرار گرفتند. بدین منظور بذرهای روی یک توری سیمی از جنس آلومینیوم ریخته شدند و در ظرف‌های وکیوم به ابعاد ۵×۲۰×۳۰ سانتی‌متر که در کف آن‌ها مقدار ۵۰ سی سی آب مقطر ریخته شده بود قرار گرفتند. در نهایت ظرف‌ها به داخل انکوباتور و دمای ۴۱ درجه سلسیوس منتقل و بعد از اعمال زوال در بازه زمانی مذکور به صورت همزمان از انکوباتور خارج شدند (همپتون و تکرونی<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵). برای بررسی سلامت غشاء بذر آزمون هدایت الکتریکی انجام گردید هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج مدل NPC 360 D انجام شد. در آزمون هدایت الکتریکی ۴ تکرار ۵۰ بذری (از بذرهای پیرشده) در نظر گرفته شد و پس از توزین در ۲۵۰ میلی لیتر آب دیونیزه غوطه ور ساخته و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شد (همپتون و تکرونی<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵). هدایت الکتریکی از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\frac{EC \text{ هر نمونه}}{\text{وزن نمونه}} = EC$$

در آزمون جوانه‌زنی، از کاغذ حوله‌ای به عنوان بستر کاشت بذر استفاده شد. سطح بذر با محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت سدیم به مدت ۲۰ ثانیه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شست و شو داده شد. برای انجام این آزمون سه تکرار ۵۰ تایی از بذرهای شمارش و بر روی دو عدد کاغذ حوله‌ای به ابعاد ۳۰×۴۵ سانتی‌متر قرار گرفتند. سپس، کاغذ دیگری روی بذرهای قرار داده شد و در نهایت کاغذها با اضافه کردن آب مقطر به روش ساندویچی پیچیده شد. بذرهای در این بستر کاشت به مدت ۸ روز در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند (ایستا<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶). بعد از اتمام جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، وزن‌تر و خشک گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد.

<sup>1</sup> Henning

<sup>2</sup> Hampton and TeKrony

<sup>3</sup> ISTA

<sup>4</sup> Agrawal

جدول ۳. تیمار بندی کودی در آزمایش

Table 3. Fertilizer treatments in the experiment

اختصار Abbreviation	نام کامل تیمار Full treatment name
C	Control (no fertilizer)
NPFEMo	Nitrogen + Phosphorus + Iron + Molybdenum
PFEMo (N deficiency)	Phosphorus + Iron + Molybdenum
NFEMo (P deficiency)	Nitrogen + Iron + Molybdenum
NPMo (Fe deficiency)	Nitrogen + Phosphorus + Molybdenum
NPFe (Mo deficiency)	Nitrogen + Phosphorus + Iron

## نتایج و بحث

## درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی داشته است (جدول ۴،  $P \leq 0.01$ ). اثر متقابل سال در تیمار کودی معنی‌دار نشد (جدول ۴). بیشترین درصد جوانه‌زنی ۹۱/۴۷ در تیمار (NPFEMo) و کمترین درصد جوانه‌زنی ۷۳/۲۹ در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). درصد جوانه‌زنی اگرچه در صورت عدم استفاده از مولیبدن نیز همانند عدم استفاده از دیگر عناصر اعمال شده کاهش یافت اما میزان کمبود این عنصر تأثیر مضر کمتری بر کاهش جوانه‌زنی در مقایسه با کمبود نیتروژن، فسفر و آهن داشت (جدول ۵). عدم حصول درصد جوانه‌زنی کامل در هیچ یک از تیمارها، به واسطه اثرات مضر تیمار پیری می‌باشد، زیرا درصد جوانه‌زنی بذرها در پیش تست و قبل از اعمال پیری ۱۰۰ درصد به دست آمد. با فرسودگی بذر میزان آلفا و بتا آمیلاز که از آنزیم‌های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی هستند و نقش به‌سزایی در رشد دارند، کاهش می‌یابند که می‌تواند بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه تأثیر گذار باشد (مک دونالد<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹). سنتز پروتئین‌ها نقش مهمی در فرآیند جوانه‌زنی، رشد محور جنینی و تولید آنزیم‌های هیدرولیز کننده و سایر سیستم‌های سلولی انتقال دهنده مواد اندوخته‌ای دانه ایفاء می‌نماید. پیری با ایجاد اختلال در سازوکارهای ذکر شده باعث کاهش شاخص جوانه‌زنی می‌شود. جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و کامل بذرها باعث سبز شدن مطلوب و رشد اولیه سریع گیاهان زراعی شده

و با رشد مطلوب اولیه و دریافت نور بیشتر باعث افزایش عملکرد نیز می‌گردد (دیوایا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). نیتروژن یک عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب دانه است و چون در ترکیب اکثر آنزیم‌های مورد نیاز جوانه‌زنی به عنوان یک جزء اصلی حضور دارد، لذا با فراهمی این عنصر به اندازه کافی برای گیاه، درصد و سرعت جوانه‌زنی تسریع می‌شود (جانسون<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). در اثبات نقش نیتروژن بر افزایش قدرت بذرهای تولیدی می‌توان گفت که آسمیلاسیون نیتروژن و متابولیسم کربن بطور پیچیده‌ای توسط شبکه‌ای از متابولیت‌ها، بیان ژن و فعالیت‌های آنزیمی هماهنگ می‌شود. به عنوان مثال، شواهد اخیر نشان می‌دهد که افزایش پیرووات منجر به صدور سریعتر نیتروژن از برگ‌های پیر، افزایش رشد گیاه، افزایش PPKD سیتوسولی و ارتوفسفات دی کیناز و محتوای بیشتر نیتروژن در آرابیدوپسیس و تنباکو شده است بهبود تخصیص کربن و نیتروژن و پتانسیل قدرت مقصد از جمله راهکارهای مورد توجه در این زمینه هستند (تیلور<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین بیان شده است که با افزایش مصرف کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر)، نیتروژن برگ افزایش یافته که از طریق بهبود فتوسنتز ترکیبات نیتروژنه بیشتری به بذر منتقل شده و همچنین بخشی از این نیتروژن افزوده شده به برگ از طریق انتقال مجدد می‌تواند به بذر منتقل شده و باعث افزایش درصد نیتروژن بذر گردد (یداوی و یوسف‌پور<sup>۵</sup>، ۲۰۱۵). با

<sup>2</sup> Devaiah<sup>3</sup> Johnson<sup>4</sup> Taylor<sup>5</sup> Yadavi and Yuosofpur<sup>1</sup> McDonald

توجه به این که مصرف کود فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، تجمع ماده خشک بیشتر اندام‌های هوایی و دانه مؤثر است، لذا به نظر می‌رسد که فراهمی مناسب عنصر نیتروژن با ایجاد شرایط مناسب جهت تولید بذره‌های قوی‌تر روی گیاه مادری، بر خصوصیات جوانه‌زنی دانه مؤثر می‌باشد (آندراده<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).

**سرعت جوانه‌زنی**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی دارد (جدول ۴،  $P \leq 0.01$ ). اثر متقابل سال در تیمار برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیشترین سرعت جوانه‌زنی ( $1.49 \text{ seed/day}$ ) در تیمار (NPF<sub>FeMo</sub>) و کمترین سرعت جوانه‌زنی ( $0.52 \text{ seed/day}$ ) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). کمبود عناصر در رژیم تغذیه گیاه مادری سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی شد اما حساسیت به این کمبودها متفاوت بود به گونه‌ای که بیشترین حساسیت به ترتیب مربوط به نیتروژن، فسفر، آهن و مولیبدن بود که به لحاظ آماری حساسیت به نیتروژن و فسفر در یک گروه و آهن و مولیبدن هرکدام در یک گروه جداگانه‌ای قرار گرفتند (جدول ۵). کمبود ریز مغذی‌ها در سویا نیز، به دلیل تقاضای زیاد آن‌ها در فرآیندهای فیزیولوژیکی، جوانه‌زنی بذر را کاهش می‌دهد (ریجو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸). در پژوهشی دیگر به بررسی اثرات محلول پاشی نانوآکسید آهن بر ترکیب مواد معدنی دانه سویا پرداخته شد، نتایج نشان داد که آهن منجر به افزایش جذب پتاسیم از خاک گشته و رشد رویشی گیاهچه‌های سویا را بهبود می‌بخشد، از طرفی آهن با بهبود گره زایی در ریشه باعث افزایش تثبیت نیتروژن گردید (یانگ و همکاران، ۲۰۲۰).

ولی اثر متقابل معنی‌داری بین سال و تیمار کودی برای این صفت مشاهده نشد (جدول ۴). بیشترین طول ساقه‌چه به میزان ۱۶/۹۷ سانتی‌متر در تیمار کودی (NPF<sub>FeMo</sub>) و کمترین طول ساقه‌چه به میزان ۱۰/۹۰ سانتی‌متر در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). البته تأثیر کمبود هریک از این عناصر بر طول ساقه‌چه یکسان نبود و بیشترین تأثیر منفی مربوط به کمبود نیتروژن و کمترین آن در اثر کمبود مولیبدن مشاهده شد. کمبود فسفر و آهن نیز به لحاظ آماری به یک میزان و بیشترین تأثیر منفی را بعد از کمبود نیتروژن بر این صفت داشتند (جدول ۵). به نظر می‌رسد که افزایش مصرف نیتروژن از طریق افزایش دوام و شاخص سطح برگ باعث می‌شود تا شرایط مطلوبتری برای استفاده از نور خورشید و تولید مواد فتوسنتزی فراهم گردد که در نهایت سبب افزایش معنی‌دار در ارتفاع بوته گردید (موسوی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج مشابهی نیز توسط رزاق<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است. به طور کلی، افزایش ارتفاع ساقه‌چه به واسطه کود آهن مربوط به تأثیر این عنصر در فتوسنتز است که سبب افزایش ساخت کلروفیل در برگ‌ها می‌شود و در نتیجه فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بیشتری به نقاط مختلف گیاه از جمله ساقه‌ها وارد می‌شود و در نهایت ارتفاع ساقه‌چه افزایش پیدا می‌کند (ناصری<sup>۵</sup> و همکاران، همکاران، ۲۰۱۳). در مطالعه‌ای اثر محلول پاشی کود آهن بر ارتفاع بوته بررسی شد و نتایج ارتباط معنی‌داری نشان داد به طوری که با افزایش آهن قابل دسترس گیاه موجب افزایش فتوسنتز در زمان رشد رویشی و در نهایت منجر به افزایش ارتفاع بوته می‌شود (خرمی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

### طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کودی تأثیر معنی‌داری ( $p \leq 0.01$ ) بر طول ریشه‌چه داشته است اما اثر متقابل سال در تیمار معنی‌دار نبود (جدول ۴).

### طول ساقه‌چه

بر مبنای نتایج حاصل از تجزیه واریانس تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه داشت

<sup>3</sup> Moosavi

<sup>4</sup> Razaq

<sup>5</sup> Nasiri

<sup>6</sup> Khorami

<sup>1</sup> Andrade

<sup>2</sup> Rigo

اسیدی دیواره سلولی و پایین بودن نیروی محرکه سلول‌های در حال توسعه شده برای جذب فعال مواد اسمزی نظیر یون‌ها و قندها باشد که این امر سبب کاهش فشار تورگر جهت توسعه سلول می‌شود و در نهایت با کم شدن اتساع سلولی رشد طول گیاهچه کم می‌شود (اسوینس دوتیر<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). از دست رفتن تمامیت غشاء سلولی یکی از مهمترین دلایل افت قدرت حیات است. در شرایط نامناسب انبارداری از بین رفتن نفوذپذیری غشاء باعث افزایش نشت ترکیبات بذری و پس از آن از بین رفتن قدرت حیات بذر می‌شود. طی زوال بذر، خسارت غشاء نشت الکترولیتی را بالا می‌برد. تغییرات سیستم‌های غشاء مثل تونوپلاست، پلاسمالما و شبکه آندوپلاسمی منجر به نقص عمل طبیعی سلول و تولید انرژی می‌شود. زوال غشاء و از بین رفتن نفوذپذیری در مراحل اولیه زوال بذر اتفاق می‌افتد. هدایت الکتریکی مواد نشتی از بذر می‌تواند به دلایل ۱- خروج محتویات سلول به علت صدمه سلول‌ها تحت فشارهای مکانیکی، ۲- افزایش در میزان مواد قابل حل ویژه‌ای که قابلیت نشت به بیرون از سلول‌ها را دارند و ۳- کاهش در یکپارچگی و پیوستگی غشاء، افزایش یابد (اوسکویی و شیدایی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). در پژوهش‌های مختلف اثر زوال در بذره‌های سویا مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داده که زوال بذر منجر به افزایش مواد نشتی از بذر می‌شود که این امر هدایت الکتریکی محلول بذر را افزایش می‌دهد (حیدری شریف‌آباد<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۶). با مصرف کود نیتروژن در سویا اثرات مثبتی مشاهده شده است و بذرهایی که گیاه مادری آنها تحت تیمار کود نیتروژن قرار داشتند از نظر پیری تسریع شده مقاومت نشان داده و نشت مواد در آنها کمتر بوده است و هدایت الکتریکی پایین‌تری را نشان دادند (رودجیوس و همکاران، ۲۰۲۰).

#### مقاومت به ضربه

تجزیه واریانس نشان داد که سال و تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر مقاومت به ضربه داشتند (جدول ۴).

بیشترین طول ریشه‌چه به میزان ۱۳/۴۴ سانتی‌متر در تیمار کودی (NPFeMo) و کمترین طول ساقه‌چه به میزان ۹/۲۴ سانتی‌متر در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

پژوهشگران بر این باور هستند که فسفر کافی، سبب ازدیاد رشد گیاه و توسعه و گسترش ریشه می‌شود. بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از خاک به منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر، اهمیت فسفر می‌تواند از طریق افزایش رشد ریشه و جذب رطوبت باشد (وزیری کاتشوری<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد محلول پاشی عناصر به همراه مصرف کود فسفره در تلفیق با میزان مناسبی از سایر کودهای شیمیایی استارتر با رهاسازی تدریجی فسفر و تبدیل آن به شکل قابل جذب گیاه راندمان مصرف کود را افزایش داده، ضمن توسعه سیستم ریشه‌ایی با افزایش رطوبت در دسترس به دوام سطح برگ کمک نموده و به تبع آن تداوم تولید آسمیلات را در پی داشته است. به طور کلی زوال بذر توسعه سلول (افزایش اندازه سلول) را به نسبت تقسیم سلولی بیشتر تحت تأثیر قرار داده و آن را محدود می‌سازد.

#### هدایت الکتریکی

تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر میزان صفت هدایت الکتریکی بذر داشت (جدول ۴،  $P \leq 0.01$ ). بیشترین هدایت الکتریکی ( $41.21 \mu S/cm/g$ ) در تیمار شاهد و کمترین میزان هدایت الکتریکی ( $23.64 \mu S/cm/g$ ) در تیمار (NPFeMo) مشاهده شد (جدول ۵). در بین عناصر مورد مصرف مولیبدن کمترین میزان هدایت الکتریکی را به خود اختصاص داد. بین تیمارهای کاربرد نیتروژن و آهن تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد و هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند. در یک پژوهش نشان داده شد که زوال بذر موجب پایین آمدن فعالیت پمپ  $H^+$  پروتون غشای پلاسمایی می‌شود. کاهش فعالیت آنزیم *ATPase* ممکن است به علت کم شدن

<sup>2</sup> Sveinsdóttir

<sup>3</sup> Oskouei and Sheidaie

<sup>4</sup> Heidari Sharif Abad

<sup>1</sup> Vaziri Kateshori



منجر به کاهش تعداد غلاف در هر بوته شده است؛ بنابراین وزن هزاردانه در سال اول نسبت به سال دوم کاهش پیدا کرده است. بالا رفتن دما تا حد مناسب برای گیاه سبب افزایش سطح برگ و مراکز تولیدی بیشتری در تک بوته شده که می‌تواند با انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن تولید را افزایش دهد. وقتی میزان کافی مواد فتوسنتزی در دسترس گلها قرار باشد تعداد بیشتری از آن‌ها بارور شده و در نهایت تعداد غلاف بیشتر می‌شود و به موجب آن ریزش گلها کمتر می‌شود (پدرسون و ولائور<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴). محققین با بررسی محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه از تیماری که عناصر ریزمغذی را به طور توأم دریافت نموده بود به دست آمد. استفاده از عناصر کم مصرف با توجه به تأثیر بر ساخت کلروفیل و افزایش تنظیم کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز برگ‌های جوان گردیده و انتقال مواد به محل‌های ذخیره‌ای را افزایش داده و سبب افزایش وزن دانه‌ها گردیده لذا عملکرد دانه را بطور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (ولدیسین بت و تانا<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴). وجود عنصر آهن در سنتز کلروفیل و وجود کلروفیل در فتوسنتز مؤثر است و پر شدن دانه در سویا به فتوسنتز حقیقی بستگی دارد که با افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به غلاف وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش پیدا می‌کند.

نتایج آزمایش‌های اثر محلول پاشی نانوکلات آهن بر رشد و عملکرد نخود نشان داد که تیمار محلول پاشی نانوکلات آهن در مراحل اولیه گلدهی و غلاف دهی سبب دسترسی بهتر به عناصر غذایی و آب در گیاه میزبان شده و بیشترین میزان صفات مورد بررسی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و همچنین عملکردهای دانه و بیولوژیک را به خود اختصاص داد. در واقع، محلول پاشی نانوکلات آهن در مرحله گلدهی تعداد غلاف در بوته را افزایش می‌دهد که این امر به سبب افزایش ماندگاری گل و تبدیل آن به غلاف و همچنین افزایش آسیمیلات‌ها به واسطه نقشی که این عنصر در فتوسنتز دارد، می‌باشد.

$P \leq 0.01$ ). اثر متقابل سال در تیمار بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیشترین مقاومت به ضربه در تیمار (NPFemo) و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). در میان عناصر استفاده شده، کمبود نیتروژن بیشترین اثر منفی را بر مقاومت به ضربه داشت و کمبود سایر عناصر تفاوت معنی‌داری باهم و با NPFemo نداشتند (جدول ۵). بذر سویا، بسیار حساس به خسارت مکانیکی در زمان برداشت و فرآوری پس از برداشت است به طوری که بر قابلیت حیات و بنیه آن در زمان انبارداری اثر دارد. مقاومت آن را در برابر خسارت مکانیکی با وجود لیگنین در پوسته بذر زیاد شده به طوری که محافظت سلول‌ها در برابر میکروارگانیزم‌ها افزایش می‌دهد. عمده‌ترین عامل پیری و زوال بذر آسیب‌های فیزیکی و فیزیولوژیک وارد شده به دیواره سلول است. در طی پیری و زوال بذر تغییراتی آنزیمی، تنفسی و هورمونی و همچنین کاهش ساخت پروتئین، صدمات ژنتیکی و انباشته شدن متابولیت‌های سمی بوجود می‌آید (صادقی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳). کاربرد عناصر ریز مغذی باعث افزایش کیفیت بذرها شده و طی ذخیره سازی کیفیت بذر آسیب نمی‌بیند (میلانی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

### وزن هزار دانه

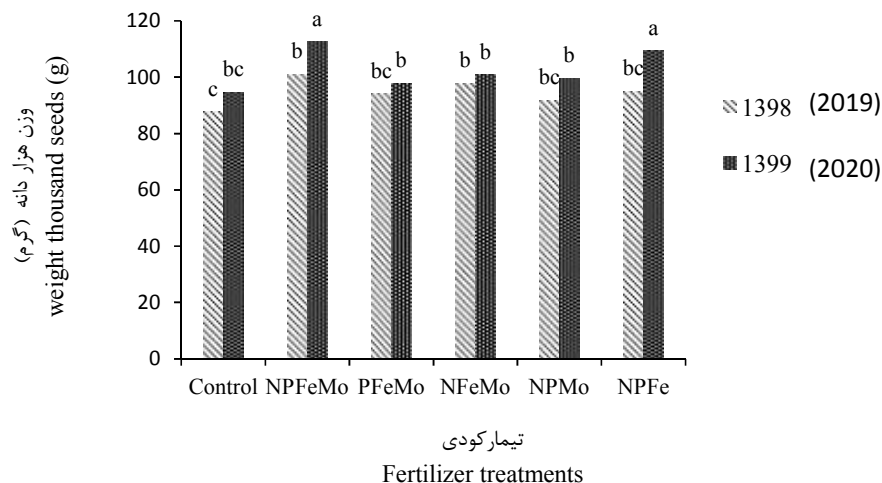
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و تیمار کودی بر صفت وزن هزاردانه معنی‌دار بوده است (جدول ۴،  $P \leq 0.01$ ). همچنین اثر متقابل سال در تیمار نیز معنی‌دار بود (جدول ۴،  $P \leq 0.5$ ). بیشترین وزن هزار دانه در دو تیمار NPFemo و NPFه در سال دوم و کمترین وزن هزار دانه در تیمار شاهد در سال اول مشاهده شد (شکل ۲). آمار هواشناسی نشان می‌دهد که تیر تا شهریور بالاترین مقدار دما، ساعات آفتابی و کمترین مقدار بارندگی بوده است. در طول این فصول فنولوژیکی گیاه سویا وارد مرحله زایشی می‌شود. در سال اول بالا رفتن دما موجب عدم تلقیح گلها در بوته و در نهایت

<sup>3</sup> Pedersen and Lauer

<sup>4</sup> Woldesenbet and Tana

<sup>1</sup> Sadeghi

<sup>2</sup> Milani



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای سال و کود بر وزن هزار دانه میانگین‌ها با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه دانکن تفاوت معناداری ندارد ( $p < 0.05$ ).

**Fig. 2.** Means comparison for the interaction of year and fertilizer treatments on one thousand seed weight. Means with at least one same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

C	شاهد	NPMO	نیترژن+فسفر+مولیبدن
NPFemo	نیترژن+فسفر+آهن+مولیبدن	NPFe	نیترژن+فسفر+آهن
PFeMo	فسفر+آهن+مولیبدن	NFeMO	نیترژن+آهن+مولیبدن

جدول ۴. تجزیه واریانس تأثیر برخی مواد مغذی بر پارامترهای جوانه‌زنی بذرهای سویا تحت آزمون پیری تسریع شده

**Table 4.** Analysis of variance for some nutrient's effects on germination parameters of soybean seeds under accelerated aging test

SOV منابع تغییر	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	طول ساقه‌چه Seedling stem length	طول ریشه‌چه Seedling root length	هدایت الکتریکی Electrical conductivity	وزن هزار دانه Thousand seed weight	مقاومت در برابر ضربه Hit resistance	R50
سال Year	1	71.543 <sup>ns</sup>	0.001 <sup>ns</sup>	0.153 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	1.513 <sup>ns</sup>	562.559 <sup>**</sup>	245.758 <sup>*</sup>	0.000 <sup>ns</sup>
خطا Error	4	64.083	0.002	1.995	0.435	8.755	23.278	14.359	0.000
تیمار Fertilizer	5	254.751 <sup>**</sup>	0.651 <sup>**</sup>	29.622 <sup>**</sup>	13.485 <sup>**</sup>	243.653 <sup>**</sup>	181.569 <sup>**</sup>	119.009 <sup>**</sup>	0.019 <sup>**</sup>
Y*F	5	9.900 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>	1.348 <sup>ns</sup>	0.281 <sup>ns</sup>	9.721 <sup>ns</sup>	29.352 <sup>*</sup>	8.528 <sup>ns</sup>	0.000 <sup>ns</sup>
خطا Error	20	11.795	0.006	1.128	0.307	7.061	12.651	20.183	0.000
مجموع Total	35								
ضریب تغییرات CV (%)		4.25	7.32	7.42	4.78	7.79	3.61	5.54	2.02

ns, \*, \*\* در سطح احتمالی ۵ درصد، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵ درصد ندارند.

ns, \*, \*\* and ns, represent significant at 0.05, 0.05 probability levels and not significant, respectively.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر برخی عناصر غذایی بر روی پارامترهای جوانه‌زنی بذرهای سویا تحت آزمون پیری تسریع شده

Table 5. Mean comparison for the effect of some nutrients on germination parameters of soybean seeds under accelerated aging stress

تیمار کودی Fertilizer treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination Rate (Seed per day)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Seedling stem Length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Seedling root Length (cm)	هدایت الکتریکی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر) Electrical conductivity ( $\mu$ Siemens/cm)	مقاومت در برابر ضربه hit resistance	سرعت ۵۰ درصد جوانه‌زنی R50 (1/day)
Control (no fertilizer)	73.29 <sup>c</sup>	0.524 <sup>e</sup>	10.90 <sup>c</sup>	9.243 <sup>e</sup>	41.24 <sup>a</sup>	74.50 <sup>b</sup>	0.3280
N-P-Fe-Mo	91.47 <sup>a</sup>	1.490 <sup>a</sup>	16.97 <sup>a</sup>	13.44 <sup>a</sup>	23.64 <sup>d</sup>	88.36 <sup>a</sup>	0.4740
P-Fe-Mo (N deficiency)	77.61 <sup>c</sup>	0.926 <sup>d</sup>	13.23 <sup>b</sup>	10.73 <sup>d</sup>	37.58 <sup>ab</sup>	79.67 <sup>b</sup>	0.3570
N-Fe-Mo (P deficiency)	77.89 <sup>c</sup>	1.026 <sup>cd</sup>	13.84 <sup>b</sup>	11.34 <sup>cd</sup>	35.51 <sup>b</sup>	81.63 <sup>ab</sup>	0.4545
N-P-Mo (Fe deficiency)	79.01 <sup>c</sup>	1.088 <sup>c</sup>	14.51 <sup>b</sup>	12.01 <sup>bc</sup>	37.09 <sup>ab</sup>	81.76 <sup>ab</sup>	0.4172
N-P-Fe (Mo deficiency)	85.29 <sup>b</sup>	1.287 <sup>b</sup>	16.44 <sup>a</sup>	12.75 <sup>ab</sup>	29.68 <sup>c</sup>	80.77 <sup>ab</sup>	0.4333

\* در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشابه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۵ درصد ندارند.

\* In each column, means with at least one common letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ).

تحقیقات نشان داد که مصرف کود سبب افزایش R50 در گیاه سویا شد (جهانگیری‌نیا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۴).

### نتیجه‌گیری

در بین عناصر، نیتروژن و فسفر بیشترین اثر را بر شاخص‌های جوانه‌زنی داشتند و آهن و مولیبدن در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. بذرهایی که دارای بنیه قوی بودند و تیمار کودی در آنها اعمال شده بود، کمتر تحت تأثیر پیری تسریع شده قرار گرفتند و جوانه‌زنی بهتری داشتند. هر چه بنیه بذر ضعیف‌تر، نسبت به این تنش حساس‌تر بودند.

علاوه بر این محلول پاشی در مرحله غلاف دهی به بالا رفتن وزن دانه‌ها به سبب افزایش ظرفیت فتوسنتزی برگ‌ها منجر شده و در نتیجه میزان عملکرد افزایش یافته است (حمزه‌ای<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۴).

### R50

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کودی تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی دارد (جدول ۴،  $P \leq 0.01$ ). اثر متقابل سال در تیمار برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). بیشترین R50 در تیمار (NPFMo) و کمترین در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). بررسی اثر نقش فرسودگی بذر بر جوانه‌زنی و مولفه‌های رشد گیاهچه سه رقم گلرنگ نشان داد که بر همکنش رقم، دما و زمان فرسودگی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی اثر معنی‌داری داشت و در کل با افزایش دما و زمان زوال بذر میزان صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از جمله درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و ضریب آلومتری ارقام گلرنگ کاهش یافت (بلوچی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). نتایج

<sup>3</sup> Gahangirinia

<sup>1</sup> Hamzei

<sup>2</sup> Balouchi

## منابع

- Andrade, T.C.S., Masetto, T.E., Souza, L.C.F.D. and Lopes, G.B. 2020. Is the physiological potential of oilseed rape influenced by fertilization with nitrogen and sulfur? *Journal of Seed Science*, 42: 1-10. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42230242>
- Balouchi, H.R., Kayednezami, R. and Bagheri, F. 2015. Effect of seed deterioration stress on germination and seedling growth indices in three cultivars of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Plant Productions*, 38(1): 27-40. [In Persian with English Summary].
- Devaiah, S.P., Pan, X., Hong, Y., Roth, M., Welti, R. and Wang, X. 2007. Enhancing seed quality and viability by suppressing phospholipase D in Arabidopsis. *The Plant Journal*, 50(6): 950-970. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2007.03103.x>
- FAO. 2018. World Food and Agriculture Statistical Pocketbook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. in <http://www.fao.org/land-water/overview/en/>
- Gahangirinia, E. Siadat, A. Sayahfar, M. 2014. Evaluation of seed germination components of mother plant under the influence of water stress and mycorrhiza and vermicompost biofertilizers in soybean. 13th Iranian Conference on Crop Science and Plant Breeding and 3rd Iranian Conference on Seed Science and Technology. Karaj. [In Persian with English Summary].
- Hampton, J.G. and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd Edition, ISTA, Zurich. 117p.
- Hamzei, J., Najjari, S., Sadeghi, F. and Seyedi, M. 2014. Effect of foliar application of nano-iron chelate and inoculation with mesorhizobium bacteria on root nodulation, growth and yield of chickpea under rainfed conditions. *Iranian Journal Pulses Research*, 5(2): 9-18. [In Persian with English Summary].
- Heidari Sharif Abad, H., Hamidi, A., Nour Mohammadi, G. and Moghaddam, A. 2016. Effect of storage condition, initial seed moisture content and germination on soybean seed deterioration. *Iranian Journal of Seed Research*, 2(2): 29-45. [In Persian with English Summary].
- Henning, A.A., Krzyzanowski, F.C., Franca Neto, J.B. and Costa, P. 2006. Technologies that add value to soybean seed. *Journal Brazilian Cement Magazine. SEED News-The International Seed Magazine*, 4: 17-27.
- Johnson, E., Malhi, S., Hall, L. and Phelps, S. 2013. Effects of nitrogen fertilizer application on seed yield, N uptake, N use efficiency, and seed quality of *Brassica carinata*. *Canadian Journal of Plant Science*, 10: 73-81.
- Kapilan, R. and Thiagarajah, M. 2015. Effect of aging on the germination characteristics and enzyme activity of sunflower seeds. *International Journal of Research and Innovations in Earth Science*, 2(6): 147-150.
- Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M., Amir, A. and Kumar, H. 2010. Seed deterioration in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under accelerated ageing. *Asian Journal of Plant Sciences*, 9: 158-162. <https://doi.org/10.3923/ajps.2010.158.162>
- Kaouter, Z., Mariem, B.F., Fardaous, M. and Cherif, H. 2012. Impact of salt stress (NaCl) on growth, chlorophyll content and fluorescence of Tunisian cultivars of chili pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 8(4): 236-252.
- Khorami, A., Sinaki, J., Dehaghi, M., Rezvan, S. and Damavandi, A. 2018. Effect of nano, chemical, and biological fertilizers on the yield and quality of sesame seeds under different irrigation regimes. *Journal of Crops Improvement*, 20(1): 263-281. [In Persian with English Summary].
- McDonald, M. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27: 177-237.

- Milani, G.L., Oliveira, J.A., Pereira, E.D.M., Carvalho, B.O., Oliveira, G.E. and Costa, R.R. 2010. Leaf application of molybdenum during soybean seed maturation. *Ciência e Agrotecnologia*, 34: 810-816. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400003>
- Moosavi, S.G., Mohamadi, O., Seghatoleslami, M. and Amiri, E. 2015. Effect of nitrogen fertilizer rates on morphological traits, yield and yield components of three cultivars of rice. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(1): 146-52. [In Persian with English Summary].
- Nasiri, Y., Zehtab Salmasi, S., Nasrullah Zadeh, S., Ghassemi Gholezani, K., Najafi, N. and Javanmard, A. 2013. Evaluation of foliar spray of ferrous sulfate and zinc sulfate on yield and nutrients concentration of aerial parts in *German chamomile*. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23: 105-115. [In Persian with English Summary].
- Oskouei, B. and Sheidaie, S. 2013. Study of different kinds of seed packaging and storage durations on seed vigor of Canola using electrical conductivity test. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5: 538-543.
- Pedersen, P. and Lauer, J.G. 2004. Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agronomy Journal*, 96(5): 72-81. <https://doi.org/10.2134/agronj2004.1372>
- Razaq, M., Zhang, P. and Shen, H.L. 2017. Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of *Acer mono*, *PloS one*, 12(2): e0171321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171321>
- Rigo, G.A., Schuch, L.O.B. and Vargas, R. 2018. Micronutrient content and physiological quality of soybean seeds. *Journal of Agricultural Science*, 10: 223-230. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n4p223>
- Rodrigues, M., GomesJunior, F.G. and MarcosFilho, J. 2020. Vigor-S: System for automated analysis of soybean seed vigor. *Journal of Seed Science*, 42(2): 1-12. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42237490>
- Sadeghi, H., Mirshekarnejhad, B., Sheidaei, S. and Oskouei, B. 2013. Evaluation of germination traits and mechanical damage to soybean seed during processing, under standard germination, electrical conductivity and accelerated aging tests. *Journal of Crops Improvement*, 15: 187-199. [In Persian with English Summary].
- Shaban, M., Ghaderifar, F., Sadeghipour, H. and Yamchi, A. 2020. Effect of artificial aging and natural storage on cation leakage and viability of Iranian chickpea (*Cicer arietinum*) seeds cv. Hashem. *Iranian Journal of Seed Sciences and Research*, 6: 441-456. [In Persian with English Summary].
- Sheidaei, S., Abad, H.H.S., Hamidi, A., Mohammadi, G. and Moghaddam, A. 2014. Evaluation of soybean seed quality under long term storage. *International Journal of Biosciences*, 5: 214-219. <https://doi.org/10.12692/ijb/5.3.214-219>
- Sheidaei, S., Hamidi, A., Sadeghi, H., Oskouei, B. and Zare, L. 2019. Impact of storage fungi on soybean seed deterioration in different storage conditions and seed moisture content. *Iranian Journal of Seed Research*, 6(1): 65-76. [In Persian with English Summary]. <https://doi.org/10.29252/yujs.6.1.65>
- Sugiyama, A., Ueda, Y., Takase, H. and Yazaki, K. 2015. Do soybeans select specific species of Bradyrhizobium during growth? *Communicative & Integrative Biology*, 8(1): 1-4. <https://doi.org/10.4161/19420889.2014.992734>
- Sveinsdóttir, H., Yan, F., Zhu, Y., PeiterVolk, T. and Schubert, S. 2009. Seed ageing-induced inhibition of germination and post-germination root growth is related to lower activity of plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase in maize roots. *Journal of Plant Physiology*, 166(2): 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2008.01.012>

- Taylor, L., NunesNesi, A. and Parsley, K. 2010. Cytosolic pyruvate, orthophosphate dikinase functions in nitrogen remobilization during leaf senescence and limits individual seed growth and nitrogen content. *The Plant Journal*, 62: 641-652. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2010.04179.x>
- Vaziri Kateshori, S., Daneshvar, M., Sohrabi, A., and Nazarian Firoz Abadi, F. 2013. Effects of foliar application of P, Zn and Fe on grain yield and yield components of chick pea. *Journal of Crops Improvement*, 15: 17-30. [In Persian with English Summary].
- Walters, C., Ballesteros, D. and Vertucci, V.A. 2010. Structural mechanics of seed deterioration: standing the test of time. *Plant Science*, 179: 565-573. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.06.016>
- Wingeyer, A.B., Amado, T.J. and PérezBidegain, M. 2015. Soil quality impacts of current South American agricultural practices. *Sustainability*, 7(2): 2213-2242. <https://doi.org/10.3390/su7022213>
- Woldesenbet, M. and Tana, T. 2014. Effect of integrated nutrient management on yield and yield components of food barley (*Hordeum vulgare* L.) in Kaffa Zone, Southwestern Ethiopia. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 3: 34-42. <https://doi.org/10.4314/star.v3i2.5>
- Yadavi, A. and Yuosefpour, Z. 2015. Effect of nitrogen and phosphorus sources on soil chemical properties and elements concentration in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal Water and Soil*, 29: 210-224. [In Persian with English Summary].
- Yang, X., Alidoust, D. and Wang, C. 2020. Effects of iron oxide nanoparticles on the mineral composition and growth of soybean (*Glycine max* L.) plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42: 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03104-1>

## Research Article

**Evaluation of the effect of maternal Soybean (*Glycine max*) nutrition on seed quality traits under accelerated aging test**Elham Latifinia<sup>1</sup>, Hamid Reza Eisvand<sup>2,\*</sup>**Extended Abstract**

**Introduction:** Structural and physiological delicacy of soybean seeds is known as an important quality indicator in the cultivation of this plant, but at the same time, the most chronic problems of soybean seed quality are the reduction of seed quality during storage and before sowing. The effect of some nutrients on the quality of soybean seeds under accelerated aging stress was investigated

**Materials and Methods:** Experiments were conducted for two consecutive years (2019-2020) in the research field of Lorestan University, Faculty of Agriculture in a randomized complete block design. Nutritional treatments included nitrogen and phosphorus application (as soil application) and iron and molybdenum as foliar application. Seeds were harvested at the maturity stage and 1000-grain weight and seed coat resistance to mechanical damage was investigated. Following the exposure of seeds to accelerated aging, leakage from seeds and germination were measured.

**Results:** The results showed that nutrition had a significant effect on all studied traits. However, the effect of year was only significant on 1000-seed weight and resistance to mechanical damage of seed coat. The highest number of traits related to seed quality was related to complete fertilizer treatment (N-P-Fe-Mo) and accelerated aging had a less negative effect on them.

**Conclusion:** Among the nutrients, nitrogen and phosphorus had the most effect on germination indices, and iron and molybdenum were in the next ranks. Seeds with strong vigor and treated with fertilizer were less affected by accelerated aging and had better germination. The lower the seed vigor, the more sensitive they were to this stress.

**Keywords:** *Fertilizer nutrition, Seed deterioration, Seed quality, Soybean*

**Highlights**

- 1- The effect of soybean nutrition on seed quality traits was investigated under the accelerated aging test.
- 2- The effects of macro- and micro- nutrients on the germination and quality of soybean seeds were investigated.

<sup>1</sup> Ph.D. Student of Crop Physiology, Department of Plant Production and Genetics, Lorestan University, Iran

<sup>2</sup> Professor of Crop Physiologist, Department of Plant Production and Genetics, Lorestan University, Iran

\*Corresponding author, E-mail: [eisvand.hr@lu.ac.ir](mailto:eisvand.hr@lu.ac.ir)

