

مقاله پژوهشی

## برهمکنش تأثیر میدان مغناطیسی و تیمارهای شکستن خواب بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه برخی گونه‌های علف هرز

پویا سنبل‌ی همدانی<sup>۱</sup>، مرجان دیانت<sup>۲\*</sup>، فریدون قاسم خان قاجار<sup>۲</sup>

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: خواب بذر مهم‌ترین عاملی است که مانع جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز می‌شود. عدم جوانه‌زنی هم زمان بذرهای علف‌های هرز به علت خواب در مزارع مشکلات عدیده‌ای را در کنترل آنها ایجاد می‌کند؛ از این رو خواب بذر علف‌های هرز برای زارعین یک صفت نامطلوب به حساب می‌آید. هدف از این مطالعه بررسی اثر میدان مغناطیسی و تیمارهای شیمیایی بر شکست خواب بذر تعدادی از گونه‌های علف‌های هرز بود.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثر میدان مغناطیسی بر جوانه‌زنی بذر تاج‌خروس ریشه قرمز، یولاف وحشی بهاره و خرفه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه اکولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران در سال ۱۳۹۸ انجام شد. عامل‌ها شامل تیمارهای شکستن خواب بذر در هشت سطح (اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت پنج دقیقه، اسید سولفوریک به مدت ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه، نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۰۱ و ۰/۰۵ گرم در لیتر، آب مقطر) و میدان مغناطیسی در چهار سطح (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌تسلا) بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که واکنش سه گونه علف‌هرز مورد مطالعه به میدان مغناطیسی متفاوت بود. تیمار میدان مغناطیسی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن تر ساقچه و طول ساقچه تاج‌خروس ریشه قرمز شد که بهترین تیمار برای شکستن خواب بذر را میدان مغناطیسی با شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا رقم زد. بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در تیمار نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا حاصل شد در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با افزایش سطح میدان مغناطیسی از صفر به ۲۵ میلی‌تسلا طول ساقچه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره افزایش معنی‌داری یافت. نیترات پتاسیم به مقدار ۰/۰۵ گرم در لیتر بهترین گزینه برای شکستن خواب بذر خرفه بود. میدان مغناطیسی با شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا نیز توانست درصد جوانه‌زنی این علف‌هرز را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار اسید سولفوریک به دلیل از بین بردن جنین بذر گزینه مناسبی برای شکستن خواب سه گونه علف هرز مورد بررسی نبود. تیمار میدان مغناطیسی باعث افزایش معنی‌دار بیشتر صفات مورد بررسی در هر سه گونه علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز، یولاف وحشی بهاره و خرفه شد. برهمکنش تیمار شیمیایی و میدان مغناطیسی بر بسیاری از صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و با استفاده از میدان مغناطیسی اثر تیمارهای شکستن خواب تشدید شد؛ بنابراین کاربرد تیمار میدان مغناطیسی برای افزایش جوانه‌زنی این سه گونه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، سرعت جوانه‌زنی، نیترات پتاسیم، وزن تر گیاهچه

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- برهمکنش مثبت و معنی‌داری بین تیمارهای شکست خواب بذر علف هرز و میدان مغناطیسی وجود دارد.
- ۲- تیمار اسید سولفوریک گزینه مناسبی برای شکستن خواب بذر تاج‌خروس ریشه قرمز، یولاف وحشی بهاره و خرفه نیست.

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغی و زراعی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

<sup>۲</sup> استادیار گروه علوم باغی و زراعی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران



## مقدمه

افزایش نیاز به تولیدات کشاورزی اکولوژیک همراه با افزایش تقاضای مواد خام گیاهی برای تولید غذا، استفاده از برخی شاخه‌های صنعت در تحقیقات جدید و اتخاذ تصمیمات ایمن برای افزایش تولیدات کشاورزی را ضروری می‌سازد. تغییرات ایجاد شده در طبیعت در اثر دخالت‌های انسان در خاک، آب و جو به دلیل استفاده از مواد شیمیایی مختلف برای افزایش بهره‌وری گیاهان منجر به جستجو جهت پیدا نمودن روش‌های جدید اکولوژیکی شده است (الاجادجیان<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲).

ایستای روش‌های مختلفی را جهت شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان، پیشنهاد داده است. از مهم‌ترین این روش‌ها می‌توان به استراتیجیکاسیون، خراش‌دهی (مکانیکی و شیمیایی)، استفاده از محلول‌های مختلف محرک جوانه‌زنی (جیبرلین، نیترات پتاسیم، اسید نیتریک، پلی‌اتیلن گلاکول، اتانول و غیره)، تناوب‌های نوری، دمایی و غیره را اشاره نمود (سرمدنیا<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶). اسید جیبرلیک یکی از هورمون‌های مهم رشد است که نقش بسیار مهمی در شکستن خواب بذر، جایگزینی سرمادهی در بذرهایی که دارای پوسته سخت و در نهایت جوانه‌زنی بذر گیاهان دارد (نجاتی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). در قرن گذشته دامنه‌ای از مواد شیمیایی در کشاورزی به کار رفته که باعث اثرات منفی بر تولیدات غذایی و محیط زیست شده است؛ بنابراین علوم کشاورزی به سمت عوامل تاثیرگذار اکولوژیک در تولیدات گیاهان از قبیل یونیزه نمودن، اشعه لیزر، اشعه ماوراء بنفش، میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی و نظایر آن سوق پیدا نموده است (فاکوئناپی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۹).

آمایا<sup>۵</sup> و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که میدان الکترومغناطیس موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذرها، پیدایش جوانه‌ها و سرعت رشد گیاه می‌گردد. در تحقیقات دیگر دانشمندان متوجه شدند که میدان‌های

مغناطیسی می‌توانند بر رشد ریشه‌های گیاهان مختلف تأثیر بگذارند. بلیاوسکایا<sup>۷</sup> (۲۰۰۴) و موراجی<sup>۸</sup> و همکاران (۱۹۹۲) در تحقیقی با قرار دادن دانه‌های ذرت (*Zea mays*) در میدان مغناطیسی ۵ میلی‌تسلا با فرکانس متغیر از ۴۰ تا ۱۶۰ هرتز افزایش رشد ریشه ذرت و در میدان مغناطیسی با فرکانس متغیر از ۲۴۰ تا ۳۲۰ هرتز کاهش رشد اولیه گیاه ذرت را مشاهده کردند. روزیک و جرمن<sup>۹</sup> (۲۰۰۲) با قرار دادن جوانه‌های شاهی (*Lepidium sativum*) در دماهای ۴۰، ۴۲ و ۴۵ سلسیوس در حضور میدان مغناطیسی مشاهده نمودند که تنش گرمایی به مدت ۴۰ دقیقه کاهش یافت. طبق نظر این محققین میدان مغناطیسی همانند یک عامل محافظ در مقابل تنش گرما عمل می‌کند. پادلئونی<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۰۴) با قرار دادن بذرهایی لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) در میدان مغناطیسی متغیر، اثر میدان مغناطیسی را روی رویش بذرها قبل از کاشت بذر مطالعه کردند. بیرون آمدن جوانه‌ها با استفاده از میدان مغناطیسی منظم‌تر و یکدست‌تر بود و جوانه‌زنی ۲ تا ۳ روز زودتر در مقایسه با تیمار شاهد اتفاق افتاد. آن‌ها همچنین افزایش میزان محصول در واحد سطح را به میدان مغناطیسی نسبت دادند. الاجادجیان (۲۰۰۲) بیان کرد که تحریک گیاهان با استفاده از میدان مغناطیسی، راهی جهت افزایش کمیت و کیفیت محصول است. فلورز<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) افزایش در سرعت طویل شدن گیاهچه گندم (*Triticum aestivum*) تحت شرایط میدان مغناطیسی را مشاهده نمودند. در معرض نیروی الکترومغناطیسی فعالیت آنزیم‌های آمیلاز و نیترات ردوکتاز تغییر می‌یابد (راکوسی<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸ b).

استفاده از نیروی الکترومغناطیسی از یک قانون مهم تبعیت می‌کند و این قانون ظرفیت جذب یون‌های مثبت است که روی جذب مواد مغذی توسط گیاه اثر می‌گذارد (داوی<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹؛ استیکن و توران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳).

<sup>7</sup> Belyavskaya

<sup>8</sup> Muraji

<sup>9</sup> Ruzic and Jerman

<sup>10</sup> Podleoeny

<sup>11</sup> Florez

<sup>12</sup> Racuciui

<sup>13</sup> Dhawi

<sup>1</sup> Aladjadjiyan

<sup>2</sup> ISTA

<sup>3</sup> Sarmadnia

<sup>4</sup> Nadjati

<sup>5</sup> Faqenabi

<sup>6</sup> Amaya

مغناطیسی ایجاد شده از دستگاه تسلامتر مدل PHYWE ساخت آلمان با قابلیت اندازه‌گیری ۲ تا ۲۰۰ میلی‌تسلا استفاده شد. برای این منظور بذره‌های علف‌های هرز از کرج جمع‌آوری شده و با هیپوکلریت سدیم یک درصد ضدعفونی شدند و به مدت ۱۰ دقیقه آبشویی شدند. آزمون تعیین حیات با تترازولیم انجام شد. پس از قرارگیری بذره‌های مرطوب در معرض میدان‌های مغناطیسی مورد نظر، ۲۵ عدد بذر از هر گونه درون پتریپهایی با قطر ۹ سانتی‌متر روی دو لایه کاغذ واتمن شماره یک قرار گرفتند و در هر پتری ۶ میلی‌لیتر آب مقطر (شاهد) یا تیمار شیمیایی شکست خواب ریخته شد و به ژرمیناتور با تناوب دمایی ۲۰ درجه سلسیوس روز و ۱۰ درجه سلسیوس شب و تناوب نوری ۱۸ ساعت نور و ۸ ساعت تاریکی انتقال یافتند. شمارش بذره‌های جوانه‌زده پس از گذشت ۲۴ ساعت از شروع آزمایش هر روز انجام شد تا زمانی که تعداد تجمعی بذره‌های جوانه زده به یک حد ثابت رسید. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از رابطه شماره ۱ استفاده گردید (نیکلز و هیدکر<sup>۴</sup>، ۱۹۶۸).

$$GP=100 \times \frac{ni}{N} \quad \text{رابطه شماره ۱:}$$

$ni$  = تعداد بذور جوانه‌زده و  $N$  = کل تعداد بذور بودند. سرعت جوانه‌زنی با استفاده از رابطه شماره ۲ محاسبه گردید (الیس و روبرتس<sup>۵</sup>، ۱۹۸۱).

$$GR = \sum \frac{N_i}{T_i} \quad \text{رابطه شماره ۲:}$$

GR: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)،  $ni$ : تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز و  $T_i$ : تعداد روز از شروع آزمایش تا شمارش  $i$  ام است. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و گیاهچه بعد از دو هفته روی پنج بذری که در ابتدا جوانه‌زده بودند در هر پتری اندازه‌گیری شدند.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد و سپس با میانگین‌ها آزمون دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

کاوی<sup>۲</sup> (۱۹۷۷) در مطالعات خود نشان دادند که نیروی الکترومغناطیسی مناسب باعث افزایش جذب و ادغام مواد مغذی و بهبود فعالیت فتوسنتزی می‌شود. محققین با استفاده از آنالیز میتوزی متوجه نفوذ مثبت نیروی الکترومغناطیسی بر میزان تکثیر سلول‌ها شدند. در این مشاهدات با قرار دادن بذرها در معرض نیروی الکترومغناطیسی ۳ میلی‌تسلا به مدت چهار هفته، متوجه کاهش انحرافات کروموزومی شدند (شبرنگی و همکاران، ۲۰۱۱).

این پژوهش با هدف معرفی یکی از راهکارهای حذف خواب و یکنواختی جوانه‌زنی در آزمایش‌های مرتبط با علف‌هرز انجام شد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر میدان مغناطیسی بر شکست خواب بذر علف‌های هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، یولاف‌وحشی بهاره (*Avena fatua* L.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه اکولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران در سال ۱۳۹۸ انجام شد. عامل‌های مورد بررسی شامل تیمارهای شکستن خواب بذر در هشت سطح (اسید جیبرلیک با غلظت ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت پنج دقیقه، اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه، نترات پتاسیم با غلظت ۰/۱ و ۰/۰۵ گرم در لیتر و شاهد) به مدت ۱۲ ساعت و میدان مغناطیسی در چهار سطح (۰، صفر، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌تسلا) بودند. مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت مرک آلمان بودند. سطوح میدان مغناطیسی مورد استفاده با توجه به بررسی منابع انتخاب شدند. برای اعمال تیمار از تولید کننده میدان مغناطیسی ساخت ایران با قدرت تولید میدان مغناطیسی تا ۲ تسلا برای ایجاد شدت میدان‌های مورد نظر از منبع تغذیه‌ای (DC AP10090 power supply) ساخت انگلیس و برای سنجش میدان

<sup>1</sup> Esitken and Turan

<sup>2</sup> Kavi

<sup>3</sup> Shabrangi

<sup>4</sup> Nicols and Heydecker

<sup>5</sup> Ellis and Roberts

## سنبللی همدانی و همکاران: برهمکنش تأثیر میدان مغناطیسی و تیمارهای شکستن خواب بر جوانه‌زنی...

## نتایج

## تاج‌خروس ریشه‌قرمز

همانطور که جدول ۱ نشان می‌دهد اثر تیمار شکستن خواب بر همه صفات تاج‌خروس ریشه‌قرمز معنی‌دار شده است اما اثر میدان مغناطیسی تنها بر صفات درصد جوانه‌زنی، وزن‌تر ساقه‌چه و طول ساقه‌چه و برهمکنش تیمار شکستن خواب و میدان مغناطیسی بر صفات سرعت جوانه‌زنی و وزن‌تر ریشه‌چه معنی‌دار شده است (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی و وزن‌تر ساقه‌چه علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز در حضور نیتراپتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک و نیتراپتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر نداشت (جدول ۲). وزن‌تر گیاهچه در تیمار اسید جیبرلیک

۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه بیشترین مقدار را داشت. نیتراپتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه تاج‌خروس ریشه‌قرمز شد (جدول ۲).

همانطور که جدول ۳ نشان می‌دهد درصد جوانه‌زنی، وزن‌تر ساقه‌چه و طول ساقه‌چه علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز در حضور میدان مغناطیسی افزایش یافته است به گونه‌ای که بیشترین درصد جوانه‌زنی در حضور میدان مغناطیسی با شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. وزن‌تر ساقه‌چه و طول ساقه‌چه در حضور میدان مغناطیسی با شدت ۵۰ میلی‌تسلا بیشترین مقدار را داشتند و با افزایش سطح میدان مغناطیسی به ۱۰۰ میلی‌تسلا طول ساقه‌چه علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۳).

## جدول ۱. میانگین مربعات صفات مورد بررسی علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز

Table 1. Mean squares of the studied traits of redroot pigweed

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه‌زنی Rate of germination	وزن‌تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن‌تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule	وزن‌تر گیاهچه Fresh weight of seedling	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	طول گیاهچه Length of seedling
تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	7	1020.29**	99.573**	44.76**	513.75**	858.93**	2909.6**	2645.48**	11076.9*
میدان مغناطیسی Magnetic field	3	109*	0.620 <sup>n.s</sup>	0.563 <sup>n.s</sup>	10.57*	14.133 <sup>n.s</sup>	17.05 <sup>n.s</sup>	57.19*	126.96 <sup>n.s</sup>
تیمار شکستن خواب × میدان مغناطیسی Dormancy breaking treatment × Magnetic field	21	40.52 <sup>n.s</sup>	1.655*	0.902*	5.35 <sup>n.s</sup>	8.54 <sup>n.s</sup>	26.8 <sup>n.s</sup>	27.4 <sup>n.s</sup>	96.8 <sup>n.s</sup>
خطا Error	96	30.25	1.707	0.521	3.539	5.85	19.3	17.6	69.04
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		5.03	7.59	6.01	11.19	12.86	16.83	16.47	20

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و ns غیر معنی‌دار

\*, \*\* and <sup>n.s</sup> significant at 5%, 1% and non significant, respectively

جدول ۲. اثر تیمارهای شکستن خواب بر صفات مورد بررسی تاج‌خروس ریشه‌قرمز

Table 2. Effect of breaking dormancy treatment on some studied traits of redroot pigweed

تیمارهای شکستن خواب Dormancy breaking treatment	Mean میانگین					
	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule (mg)	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling (mg)	طول ریشه‌چه Length of radicle (mm)	طول ساقه‌چه Length of plumule (mm)	طول گیاهچه Length of seedling (mm)
اسید سولفوریک ۵ دقیقه Sulfuric acid 5 minutes	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>
اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه Sulfuric acid 10 minutes	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه Sulfuric acid 20 minutes	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 1000 PPM	67 <sup>a</sup>	10.19 <sup>ab</sup>	13.06 <sup>b</sup>	26.5 <sup>ab</sup>	24.19 <sup>ab</sup>	50.69 <sup>abc</sup>
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 2000 PPM	65.3 <sup>a</sup>	11.56 <sup>a</sup>	15.25 <sup>a</sup>	27.94 <sup>a</sup>	25.69 <sup>ab</sup>	53.63 <sup>ab</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.01 g/L	64.3 <sup>a</sup>	11.38 <sup>a</sup>	14.56 <sup>ab</sup>	24.56 <sup>b</sup>	23.56 <sup>b</sup>	48.13 <sup>bc</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.05 g/L	60 <sup>b</sup>	9.88 <sup>b</sup>	13.13 <sup>b</sup>	21.38 <sup>c</sup>	23.44 <sup>b</sup>	44.81 <sup>c</sup>
شاهد (آب مقطر) Control	67.5 <sup>a</sup>	11.44 <sup>a</sup>	14.44 <sup>ab</sup>	28.25 <sup>a</sup>	26.88 <sup>a</sup>	55.13 <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at  $P < 0.05$ .

جدول ۳. اثر میدان مغناطیسی بر صفات مورد بررسی علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز

Table 3. Effect of magnetic field on some of the studied traits of redroot pigweed

میدان مغناطیسی (میلی‌تسلا) Magnetic field (mT)	Mean میانگین		
	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule (mg)	طول ساقه‌چه Length of plumule (mm)
0	47 <sup>b</sup>	6.16 <sup>b</sup>	14.28 <sup>b</sup>
25	68.6 <sup>ab</sup>	6.91 <sup>ab</sup>	15.28 <sup>b</sup>
50	70.1 <sup>a</sup>	7.53 <sup>a</sup>	17.38 <sup>a</sup>
100	71.3 <sup>a</sup>	6.63 <sup>ab</sup>	14.94 <sup>b</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at  $P < 0.05$ .

بیش‌ترین وزن‌تر گیاهچه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در حضور تیمار نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر حاصل شد؛ که تفاوت معنی‌داری با نیتراپ پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه و شاهد نداشت (جدول ۶). همچنین بیشترین وزن‌تر گیاهچه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در حضور میدان مغناطیسی در سطح ۲۵ میلی‌تسلا بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار میدان مغناطیسی در سطح ۵۰ میلی‌تسلا و عدم استفاده از میدان مغناطیسی نداشت (جدول ۷).

بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در تیمار نیتراپ پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا حاصل شد که تنها تفاوت معنی‌داری با تیمار اسید سولفوریک و اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه و نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی صفر میلی‌تسلا نداشت (جدول ۸).

در تیمار نیتراپ پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا بیشترین وزن‌تر ریشه‌چه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره حاصل شد؛ که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه در سطح میدان مغناطیسی ۲۵ میلی‌تسلا، نیتراپ پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا، نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی صفر، ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا نداشت. در تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا بیشترین وزن‌تر ساقه‌چه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره مشاهده شد؛ که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی صفر و ۲۵ میلی‌تسلا و اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه با میدان مغناطیسی ۲۵ میلی‌تسلا نداشت. بیشترین طول ریشه‌چه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در تیمار نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر با میدان مغناطیسی در سطح ۵۰ میلی‌تسلا حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با اسید

تنها در تیمار شاهد (آب مقطر) بین سطوح میدان مغناطیسی ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌تسلا در سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس در حضور نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر بدون تیمار مغناطیسی حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در سطوح میدان مغناطیسی ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌تسلا، اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام در تمام سطوح میدان مغناطیسی، نیتراپ پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا، شاهد (آب مقطر) در سطوح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا و نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در تمام سطوح میدان مغناطیسی نداشت (جدول ۴). بیشترین وزن‌تر ریشه‌چه علف‌هرز تاج‌خروس در حضور تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام در سطح میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا بود؛ که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در سطح میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا، اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام در دیگر سطوح میدان مغناطیسی، نیتراپ پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطوح میدان مغناطیسی ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا، شاهد (آب مقطر) در سطوح میدان مغناطیسی ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا و نیتراپ پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا نداشت و با دیگر تیمارها در سطوح مختلف میدان مغناطیسی دارای تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۴).

### یولاف وحشی بهاره

تجزیه واریانس داده‌های یولاف وحشی بهاره در مورد صفتهای مورد بررسی نشان داد که اثر تیمار شکستن خواب بر همه صفات و اثر میدان مغناطیسی بر وزن‌تر ریشه‌چه، وزن‌تر گیاهچه، طول ریشه‌چه و طول گیاهچه و همچنین برهمکنش تیمار شکستن خواب و میدان مغناطیسی بر همه صفات به جزء سرعت جوانه‌زنی و وزن‌تر گیاهچه معنی‌دار بوده است (جدول ۵).

بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با نیتراپ پتاسیم نداشت (جدول ۶).

جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا و نیترات پتاسیم

جدول ۴. مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی و وزن تر ریشه‌چه علف‌هرز تاج خروس ریشه قرمز تحت تأثیر برهمکنش تیمار شکستن خواب × میدان مغناطیسی

**Table 4.** Mean comparisons of percentage of germination and fresh weight of radicle of redroot pigweed influenced by interaction effects of dormancy breaking treatment × magnetic field

تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	میدان مغناطیسی (میلی‌تسلا) Magnetic field (mT)	میانگین	
		سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Rate of germination (Seed/day)	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle (mg)
	0	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
اسید سولفوریک ۵ دقیقه	25	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
Sulfuric acid 5 minutes	50	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
	100	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
	0	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه	25	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
Sulfuric acid 10 minutes	50	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
	100	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
	0	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه	25	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
Sulfuric acid 20 minutes	50	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
	100	0 <sup>e</sup>	0 <sup>f</sup>
	0	4.06 <sup>b-d</sup>	3 <sup>b-e</sup>
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	25	3.13 <sup>d</sup>	2.25 <sup>e</sup>
پنج دقیقه	50	5.11 <sup>a-c</sup>	3 <sup>b-e</sup>
Gibberellic acid 1000 PPM	100	5.26 <sup>a-c</sup>	3.25 <sup>a-e</sup>
	0	4.88 <sup>a-c</sup>	3.5 <sup>a-d</sup>
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر	25	5.11 <sup>a-c</sup>	3.75 <sup>a-c</sup>
پنج دقیقه	50	4.77 <sup>a-c</sup>	3.25 <sup>a-e</sup>
Gibberellic acid 2000 PPM	100	5.02 <sup>a-c</sup>	4.25 <sup>a</sup>
	0	4.25 <sup>b-d</sup>	2.5 <sup>de</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر	25	5.71 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>a-e</sup>
Nitrate potassium 0.01 g/L	50	4.07 <sup>b-d</sup>	4 <sup>ab</sup>
	100	5.55 <sup>ab</sup>	3 <sup>b-e</sup>
	0	3.65 <sup>cd</sup>	3 <sup>b-e</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر	25	4.06 <sup>bd</sup>	4 <sup>ab</sup>
Nitrate potassium 0.05 g/L	50	5.52 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>a-d</sup>
	100	3.15 <sup>d</sup>	2.5 <sup>de</sup>
	0	6.0 <sup>a</sup>	2.75 <sup>c-e</sup>
شاهد (آب مقطر)	25	4.84 <sup>abc</sup>	2.25 <sup>e</sup>
Control	50	5.3 <sup>a-c</sup>	3 <sup>b-e</sup>
	100	5.7 <sup>ab</sup>	4 <sup>ab</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at  $P < 0.05$ .

## سنبللی همدانی و همکاران: برهمکنش تأثیر میدان مغناطیسی و تیمارهای شکستن خواب بر جوانه‌زنی...

جدول ۵. میانگین مربعات صفات مورد بررسی علف‌هرز یولاف وحشی بهاره

Table 5. Mean squares of the studied traits of spring wild oat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Mean of squares							
		درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه- زنی Rate of germination	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	طول گیاهچه Length of seedling
تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	7	40184.9**	20.443**	0.308**	1.041**	2.451**	89325.5**	110062.69**	389057.038**
میدان مغناطیسی Magnetic field	3	12.33 n.s	0.04 n.s	0.006**	0.002 n.s	0.013**	1303.27**	109.68 n.s	1330.3**
تیمار شکستن خواب × میدان مغناطیسی Dormancy breaking treatment × Magnetic field	21	20.42**	0.014 n.s	0.002*	0.002*	0.004 n.s	1098.02**	119.58*	801.68**
خطا Error	96	8.33	0.017	0.001	0.001	0.003	199.7	59.63	257.1
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	1.8	1.14	0.34	0.31	0.55	7.51	3.86	5.57

\*\*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و NS غیرمعنی‌دار

\*, \*\* and n.s significant at 5%, 1% and non significant, respectively

جدول ۶. اثر تیمارهای شکستن خواب بر صفات مورد بررسی یولاف وحشی بهاره

Table 6. Effect of dormancy breaking treatment on some of the studied traits of spring wild oat

تیمارهای شکستن خواب Dormancy breaking treatment	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Rate of germination (seed/day)	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling (g)
اسید سولفوریک ۵ دقیقه Sulfuric acid 5 minutes	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه Sulfuric acid 10 minutes	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه Sulfuric acid 20 minutes	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 1000 PPM	2.1 <sup>b</sup>	0.76 <sup>a</sup>
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 2000 PPM	2.07 <sup>b</sup>	0.71 <sup>b</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.01 g/L	2.21 <sup>a</sup>	0.77 <sup>a</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.05 g/L	2.23 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>
شاهد (آب مقطر) Control	2.29 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at P &lt; 0.05.



جدول ۷. اثر میدان مغناطیسی بر وزن تر گیاهچه یولاف وحشی بهاره

Table 7. Effect of magnetic field on seedling fresh weight of spring wild oat

میدان مغناطیسی (میلی تسلا)	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling (g)
0	0.48 <sup>a</sup>
25	0.49 <sup>a</sup>
50	0.47 <sup>a</sup>
100	0.44 <sup>b</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at  $P < 0.05$ .

جدول ۸. مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه یولاف وحشی بهاره تحت تأثیر برهمکنش تیمار شکستن خواب × میدان مغناطیسی

Table 8. Mean comparisons of some studied traits of spring wild oat influenced by interaction effects of dormancy breaking treatment × magnetic field

تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	میدان مغناطیسی (میلی تسلا) Magnetic field (mT)	میانگین					
		درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle (g)	وزن تر ساقچه Fresh weight of plumule (g)	طول ریشه‌چه Length of radicle (mm)	طول ساقچه Length of plumule (mm)	طول گیاهچه Length of seedling (mm)
اسید سولفوریک ۵ دقیقه Sulfuric acid 5 minutes	0	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	25	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	100	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه Sulfuric acid 10 minutes	0	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	25	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	100	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه Sulfuric acid 20 minutes	0	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	25	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	50	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
	100	0 <sup>d</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>f</sup>	0 <sup>i</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>h</sup>
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ پی Gibberellic acid 1000 PPM	0	96 <sup>ab</sup>	0.24 <sup>f-i</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	117.5 <sup>fg</sup>	166.5 <sup>bc</sup>	284 <sup>ef</sup>
	25	99 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a-d</sup>	0.52 <sup>a-c</sup>	145.5 <sup>b-e</sup>	166 <sup>bc</sup>	311.5 <sup>a-d</sup>
	50	87 <sup>c</sup>	0.2 <sup>ij</sup>	0.56 <sup>a</sup>	108 <sup>gh</sup>	178.5 <sup>a</sup>	286.5 <sup>d-f</sup>
	100	94 <sup>b</sup>	0.23 <sup>g-i</sup>	0.48 <sup>c-e</sup>	126.5 <sup>e-g</sup>	166.8 <sup>bc</sup>	293.3 <sup>c-f</sup>
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ پی Gibberellic acid 2000 PPM	0	97 <sup>ab</sup>	0.21 <sup>h-j</sup>	0.51 <sup>b-d</sup>	108.8 <sup>gh</sup>	175.5 <sup>ab</sup>	284.3 <sup>ef</sup>
	25	96 <sup>ab</sup>	0.22 <sup>g-i</sup>	0.52 <sup>a-c</sup>	93.8 <sup>h</sup>	181.5 <sup>a</sup>	275.3 <sup>f</sup>
	50	98 <sup>ab</sup>	0.24 <sup>d-i</sup>	0.48 <sup>b-e</sup>	159.3 <sup>a-c</sup>	158.5 <sup>c-e</sup>	317.8 <sup>a-c</sup>
	100	96 <sup>ab</sup>	0.17 <sup>j</sup>	0.48 <sup>b-e</sup>	88.8 <sup>h</sup>	162.3 <sup>cd</sup>	251 <sup>g</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.01 g/L	0	99 <sup>a</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.51 <sup>b-d</sup>	139.5 <sup>c-f</sup>	154.3 <sup>c-f</sup>	293.8 <sup>c-f</sup>
	25	96 <sup>ab</sup>	0.29 <sup>a-f</sup>	0.49 <sup>b-e</sup>	142.3 <sup>c-e</sup>	161.5 <sup>c-e</sup>	303.8 <sup>b-e</sup>
	50	100 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a-f</sup>	0.45 <sup>c</sup>	152.3 <sup>b-d</sup>	143 <sup>f</sup>	295.3 <sup>b-f</sup>
	100	96 <sup>ab</sup>	0.24 <sup>e-i</sup>	0.47 <sup>de</sup>	167 <sup>ab</sup>	151.3 <sup>d-f</sup>	318.3 <sup>a-c</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.05 g/L	0	94 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b-g</sup>	0.48 <sup>b-e</sup>	128.3 <sup>e-g</sup>	157.3 <sup>c-e</sup>	285.5 <sup>d-f</sup>
	25	99 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a-c</sup>	0.51 <sup>b-d</sup>	182 <sup>a</sup>	149 <sup>ef</sup>	331 <sup>a</sup>
	50	96 <sup>ab</sup>	0.32 <sup>ab</sup>	0.48 <sup>b-e</sup>	167.5 <sup>ab</sup>	153 <sup>d-f</sup>	320.5 <sup>ab</sup>
	100	99 <sup>a</sup>	0.26 <sup>c-h</sup>	0.48 <sup>c-e</sup>	133.5 <sup>d-f</sup>	151.3 <sup>d-f</sup>	284.8 <sup>ef</sup>
شاهد (آب مقطر) Control	0	99 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a-e</sup>	0.44 <sup>c</sup>	160.8 <sup>a-c</sup>	150.8 <sup>d-f</sup>	311.5 <sup>a-d</sup>
	25	100 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a-d</sup>	0.51 <sup>b-d</sup>	159.8 <sup>a-c</sup>	159 <sup>c-e</sup>	318.8 <sup>a-c</sup>
	50	97 <sup>ab</sup>	0.31 <sup>a-c</sup>	0.47 <sup>de</sup>	180.5 <sup>a</sup>	154.3 <sup>c-f</sup>	334.8 <sup>a</sup>
	100	98 <sup>ab</sup>	0.25 <sup>d-i</sup>	0.51 <sup>b-d</sup>	156.8 <sup>bc</sup>	154.5 <sup>c-f</sup>	311.3 <sup>a-d</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at  $P < 0.05$ .

## سنبللی همدانی و همکاران: برهمکنش تأثیر میدان مغناطیسی و تیمارهای شکستن خواب بر جوانه‌زنی...

جدول ۹. میانگین مربعات صفات مورد بررسی علف‌هرز خرفه

Table 9. Mean squares of the studied traits of common purslane

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه- زنی Rate of germination	وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling	طول ریشه‌چه Length of radicle	طول ساقه‌چه Length of plumule	طول گیاهچه Length of seedling
تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	7	25062.982**	14.912**	348.554**	20.69411**	3881.186**	8963.802**	2040.821**	18078.606**
میدان مغناطیسی Magnetic field	3	103.792*	0.163 <sup>n.s</sup>	2.146 <sup>n.s</sup>	33.75**	40.466*	115.987**	148.688**	21.591 <sup>n.s</sup>
تیمار شکستن خواب × میدان مغناطیسی Dormancy breaking treatment × Magnetic field	21	25.601 <sup>n.s</sup>	0.106 <sup>n.s</sup>	12.533**	16.274**	24.704**	58.237**	25.604**	50.99**
خطا Error	96	30.542	0.258	2.438	7.177	10.987	16.862	3.005	20.997
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		3.69	4.7	10.11	11.29	11.38	3.22	7.5	3.25

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد و NS غیر معنی‌دار

\*, \*\* and <sup>n.s</sup> significant at 5%, 1% and non significant, respectively

بررسی در خرفه نشان داد که اثر تیمار شکستن خواب بر همه صفات، اثر میدان مغناطیسی بر همه صفات به جزء سرعت جوانه‌زنی، وزن تر ریشه‌چه و طول گیاهچه و برهمکنش آنها بر همه صفات به جزء درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بوده است (جدول ۹). بیشترین درصد جوانه‌زنی علف هرز خرفه در حضور تیمار نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر حاصل شد؛ که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک نداشت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی علف هرز خرفه نیز در حضور تیمار اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۵ دقیقه حاصل شد که با اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۵ دقیقه، نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر و نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱۰).

۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا، نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا و شاهد در سطوح مغناطیسی شاهد، ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا نداشت. بیشترین طول ساقه‌چه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۲۵ میلی‌تسلا حاصل شد. تیمار شاهد با میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا بیشترین طول گیاهچه علف‌هرز یولاف وحشی بهاره را حاصل کرد؛ که تفاوت معنی‌داری با نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطوح میدان مغناطیسی ۲۵ و ۵۰ میلی‌تسلا و شاهد در دیگر سطوح میدان مغناطیسی نداشت (جدول ۸).

## خرفه

تجزیه واریانس اثرات تیمار شکستن خواب و میدان مغناطیسی و همچنین برهمکنش آنها بر صفات مورد

جدول ۱۰. اثر تیمارهای شکستن خواب بر صفات مورد بررسی علف هرز خرفه

Table 10. Effect of dormancy breaking treatment on some of the studied traits of common purslane

تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	میانگین Mean	
	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Rate of germination (Seed/day)
اسید سولفوریک ۵ دقیقه Sulfuric acid 5 minutes	6 <sup>c</sup>	0.63 <sup>b</sup>
اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه Sulfuric acid 10 minutes	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه Sulfuric acid 20 minutes	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 1000 PPM	79 <sup>ab</sup>	2.04 <sup>a</sup>
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 2000 PPM	78 <sup>ab</sup>	2.06 <sup>a</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.01 g/L	76.3 <sup>b</sup>	2.04 <sup>a</sup>
نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.05 g/L	80.8 <sup>a</sup>	2.03 <sup>a</sup>
شاهد (آب مقطر) Control	77.8 <sup>ab</sup>	2.02 <sup>a</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at P = 0.05.

جدول ۱۱. اثر میدان مغناطیسی بر درصد جوانه‌زنی علف هرز خرفه

Table 11. Effect of magnetic field on percentage of germination of common purslane

میدان مغناطیسی (میلی‌تسلا) Magnetic field (mT)	درصد جوانه‌زنی Percentage of germination
0	9.5 <sup>c</sup>
25	50.6 <sup>a</sup>
50	47.5 <sup>b</sup>
100	49.1 <sup>ab</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at P = 0.05.

۱۰۰ میلی‌تسلا حاصل شد؛ که با تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطوح عدم استفاده از میدان مغناطیسی و میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا، نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در تمام سطوح میدان مغناطیسی، نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح ۵۰ میلی‌تسلا و شاهد در سطوح عدم استفاده از میدان مغناطیسی و ۲۵ میلی‌تسلا تفاوت معنی‌داری نشان نداد. بیشترین طول ریشه‌چه علف‌هرز خرفه در حضور تیمار شاهد در عدم استفاده از میدان مغناطیسی حاصل یافت؛ که با تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در

همانطور که جدول ۱۱ نشان می‌دهد میدان مغناطیسی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی علف‌هرز خرفه شده است. بیشترین وزن تر ریشه‌چه علف‌هرز خرفه در حضور تیمار شاهد با میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا حاصل شد؛ که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت. نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا بیشترین وزن تر ساقه‌چه علف هرز خرفه حاصل شد؛ که تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها داشت. بیشترین وزن تر گیاهچه علف‌هرز خرفه در حضور نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح مغناطیسی

سایر محققان اثرات مثبتی را توسط نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک بر جوانه‌زنی بذر گیاه بومادران و تاج‌خروس ریشه‌قرمز گزارش کردند (محمودزاده<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). نیترات پتاسیم یکی از پرمصرف‌ترین مواد شیمیایی برای افزایش جوانه‌زنی در بذور است. استفاده از محلول‌های ۰/۰۱ و ۰/۰۵ گرم در لیتر در آزمایش‌های جوانه‌زنی عمومیت دارد و توسط انجمن متخصصین تجزیه بذر برای آزمایش جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌ها توصیه شده است (قادری<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸). احتمالاً نیترات پتاسیم حساسیت بذور به نور را در هنگام جوانه‌زنی افزایش می‌دهد و به عنوان یک فاکتور مکمل فیتوکروم عمل می‌کند (قادری و همکاران، ۲۰۰۸). محمودزاده و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند، که تیمار نیترات پتاسیم موجب افزایش جوانه‌زنی بذورهای گیاه تاتوره (*Datura stramonium*) شد.

بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز یولاف وحشی بهاره در تیمار نیترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر در سطح میدان مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا حاصل شد. این نتایج با یافته‌های فلورز و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. آن‌ها اثر نیروی مغناطیسی ساکن را بر جوانه‌زنی و رویش بذر ذرت (*Zea mays*) مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که پارامترهای اندازه‌گیری شده در معرض نیروی مغناطیسی افزایش داشت. طول گیاهچه‌هایی که در معرض نیروی مغناطیسی قرار گرفته بودند بیشتر از شاهد بود و به طور کلی در حضور میدان مغناطیسی ۱۲۵۰ یا ۲۵۰۰ گوس ذرت رویش بهتری داشت. در معرض قرار گرفتن بذور حبوبات قبل از کشت در برابر مقادیر مختلف میدان مغناطیسی منجر به افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی، سرعت سبز شدن و عملکرد شده است (پادلئونی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۴؛ تورکر<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۷).

سطح مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین طول ریشه‌چه به تیمارهای اسید سولفوریک به مدت ۲۰ دقیقه در تمام سطوح میدان مغناطیسی تعلق گرفت؛ که تفاوت معنی‌داری با اسید سولفوریک به مدت ۱۰ دقیقه و اسید سولفوریک به مدت ۵ دقیقه نداشت. بیشترین طول ساقچه‌چه علف‌هرز خرفه در حضور تیمار نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح مغناطیسی ۱۰۰۰ گوس حاصل شد؛ که تفاوت معنی‌داری با تیمار نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح مغناطیسی ۵۰ میلی‌تسلا نداشت. بیشترین طول گیاهچه علف‌هرز خرفه در حضور تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام در سطح مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا حاصل یافت که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح مغناطیسی ۲۵ میلی‌تسلا، اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطح مغناطیسی ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌تسلا و شاهد در عدم استفاده از میدان مغناطیسی و میدان مغناطیسی در سطح ۵۰ میلی‌تسلا نداشت (جدول ۱۲).

#### بحث

درصد جوانه‌زنی، وزن‌تر ساقچه‌چه و طول ساقچه‌چه علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز در حضور آب مغناطیسی افزایش یافت و بیشترین درصد جوانه‌زنی در حضور میدان مغناطیسی با شدت ۱۰۰ میلی‌تسلا به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. در تیمار میدان مغناطیسی با شدت ۵۰ میلی‌تسلا وزن‌تر ساقچه‌چه و طول ساقچه‌چه تاج‌خروس ریشه‌قرمز بیشترین مقدار را داشتند.

بیشترین سرعت جوانه‌زنی علف‌هرز تاج‌خروس در حضور نیترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر بدون تیمار مغناطیسی حاصل شد که تفاوت معنی‌داری با اسید جیبرلیک نداشت. تحقیقات نشان دادند که تیمار اسید جیبرلیک اثر معنی‌داری بر افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی گیاه دارویی باریجه (*Ferula gummosa*) و گیاه دارویی مریم‌نخودی (*Teucrium polium*) داشت و بهترین میزان استفاده از اسید جیبرلیک بین ۵۰۰ تا ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (نجفی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۶).

<sup>2</sup> Mahmood-zadeh

<sup>3</sup> Ghaderi

<sup>4</sup> Podleony

<sup>5</sup> Turker

<sup>1</sup> Nadjafi

جدول ۱۲. مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه خرفه تحت تأثیر برهمکنش تیمار شکستن خواب × میدان مغناطیسی

**Table 12.** Mean comparisons of some studied traits of common purslane influenced by interaction of dormancy breaking treatment × magnetic water

تیمار شکستن خواب Dormancy breaking treatment	میدان مغناطیسی (میلی تسلا) Magnetic field (mT)	میانگین Mean					
		وزن تر ریشه‌چه Fresh weight of radicle (mg)	وزن تر ساقه‌چه Fresh weight of plumule (mg)	وزن تر گیاهچه Fresh weight of seedling (mg)	طول ریشه‌چه Length of radicle (mm)	طول ساقه‌چه Length of plumule (mm)	طول گیاهچه Length of seedling (mm)
اسید سولفوریک ۵ دقیقه Sulfuric acid 5 minutes	0	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	25	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	50	1.25 <sup>gh</sup>	2 <sup>h</sup>	3.25 <sup>h</sup>	0.8 <sup>k</sup>	2 <sup>g</sup>	2.8 <sup>g</sup>
	100	0.75 <sup>gh</sup>	3 <sup>h</sup>	2.5 <sup>h</sup>	0.5 <sup>k</sup>	1 <sup>g</sup>	1.5 <sup>g</sup>
اسید سولفوریک ۱۰ دقیقه Sulfuric acid 10 minutes	0	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	25	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	50	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	100	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
اسید سولفوریک ۲۰ دقیقه Sulfuric acid 20 minutes	0	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	25	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	50	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
	100	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>h</sup>	0 <sup>k</sup>	0 <sup>g</sup>	0 <sup>g</sup>
اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 1000 PPM	0	6 <sup>ef</sup>	20 <sup>ef</sup>	26 <sup>fg</sup>	48 <sup>b-d</sup>	16.75 <sup>e</sup>	64.75 <sup>c-f</sup>
	25	10 <sup>bc</sup>	15.25 <sup>g</sup>	25.25 <sup>fg</sup>	47.75 <sup>b-d</sup>	19.75 <sup>d</sup>	67.5 <sup>a-e</sup>
	50	6.75 <sup>d-f</sup>	1.50 <sup>fg</sup>	23.25 <sup>g</sup>	43.5 <sup>d-f</sup>	19 <sup>de</sup>	62.5 <sup>ef</sup>
	100	11.25 <sup>b</sup>	18 <sup>fg</sup>	29.25 <sup>b-f</sup>	51.5 <sup>bc</sup>	16.5 <sup>e</sup>	68 <sup>a-e</sup>
اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر پنج دقیقه Gibberellic acid 2000 PPM	0	8.25 <sup>c-e</sup>	24 <sup>b-e</sup>	32.25 <sup>a-d</sup>	40.75 <sup>c-h</sup>	16.75 <sup>e</sup>	57.5 <sup>f</sup>
	25	9.5 <sup>bc</sup>	1.75 <sup>fg</sup>	26.25 <sup>fg</sup>	51.25 <sup>bc</sup>	19.75 <sup>d</sup>	71 <sup>a-d</sup>
	50	10 <sup>bc</sup>	17.5 <sup>fg</sup>	27.5 <sup>d-g</sup>	42 <sup>d-g</sup>	20.5 <sup>d</sup>	62.5 <sup>ef</sup>
	100	9.25 <sup>b-d</sup>	24 <sup>b-e</sup>	33.25 <sup>a-c</sup>	54.25 <sup>ab</sup>	20.25 <sup>d</sup>	74.5 <sup>a</sup>
نترات پتاسیم ۰/۰۱ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.01 g/L	0	8 <sup>c-e</sup>	14.5 <sup>b-d</sup>	32.5 <sup>a-d</sup>	50.5 <sup>bc</sup>	16.25 <sup>e</sup>	66.8 <sup>b-e</sup>
	25	8.25 <sup>c-e</sup>	23.75 <sup>b-e</sup>	32 <sup>a-e</sup>	36.25 <sup>g-i</sup>	29.75 <sup>b</sup>	66 <sup>b-e</sup>
	50	9.25 <sup>b-d</sup>	14.75 <sup>bc</sup>	34 <sup>ab</sup>	37.3 <sup>f-i</sup>	23.25 <sup>c</sup>	60.5 <sup>ef</sup>
	100	6 <sup>ef</sup>	17.75 <sup>ab</sup>	33.75 <sup>ab</sup>	45 <sup>c-e</sup>	18.5 <sup>de</sup>	63.5 <sup>d-f</sup>
نترات پتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر Nitrate potassium 0.05 g/L	0	4.75 <sup>f</sup>	23.5 <sup>b-e</sup>	28.25 <sup>c-g</sup>	34.5 <sup>h-j</sup>	23.75 <sup>c</sup>	58.25 <sup>f</sup>
	25	2.5 <sup>g</sup>	24.25 <sup>b-e</sup>	26.75 <sup>e-g</sup>	29.25 <sup>j</sup>	32.25 <sup>a</sup>	61.5 <sup>ef</sup>
	50	8.75 <sup>b-d</sup>	25.75 <sup>b</sup>	34.5 <sup>ab</sup>	29.5 <sup>j</sup>	33.75 <sup>a</sup>	63.3 <sup>ef</sup>
	100	6.75 <sup>d-f</sup>	30.25 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	32.5 <sup>ij</sup>	25.5 <sup>c</sup>	58 <sup>f</sup>
شاهد (آب مقطر) Control	0	15.25 <sup>a</sup>	19.25 <sup>fg</sup>	34.5 <sup>ab</sup>	59.25 <sup>a</sup>	12 <sup>f</sup>	71.25 <sup>a-c</sup>
	25	11 <sup>b</sup>	2.75 <sup>c-f</sup>	31.75 <sup>a-e</sup>	47.5 <sup>b-d</sup>	18.75 <sup>de</sup>	66.25 <sup>b-e</sup>
	50	9.5 <sup>bc</sup>	20.25 <sup>d-f</sup>	29.75 <sup>b-f</sup>	52.5 <sup>b</sup>	20.25 <sup>d</sup>	72.75 <sup>ab</sup>
	100	11 <sup>b</sup>	17.25 <sup>fg</sup>	28.25 <sup>c-g</sup>	52.5 <sup>b</sup>	13.75 <sup>f</sup>	66.25 <sup>b-e</sup>

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by different letters within a column are significantly different at  $P < 0.05$ .

و عبدولکادوس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). دلیل تأثیر گذاری مغناطیس روی بذر وجود خواص پارامغناطیس بافت بذر است که متابولیسم آن در حضور تیمارهای مختلف مغناطیسی، تشدید می‌شود (الاجادجیان و یلیا، ۲۰۰۳؛ هوزاین و

این امر ناشی از افزایش جذب عناصر ضروری و احتمالاً بهبود جوانه‌زنی به سبب تحریک آلفا آمیلاز و تسریع در فرایند تغذیه جنین از آندوسپرم و لپه‌ها می‌باشد. میدان مغناطیسی ویژگی‌های مختلفی از گیاه شامل جوانه‌زنی، رشد ریشه، سرعت رشد گیاهچه و رشد سلول‌های مریستمی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (هوزاین

<sup>1</sup> Hozayn and Abdulqados

<sup>2</sup> Aladjadjiyan and Ylieva

تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت. خصوصیات مختلف گیاهی از جمله جوانه‌زنی بذر، رشد دانه‌ها، رشد زایشی، رشد سلول‌های مریستمی و توسعه کلروفیل‌ها تحت تیمارهای مختلف میدان مغناطیسی تغییر مثبتی خواهند داشت (رینا<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۱؛ نامبا<sup>۴</sup> و همکاران، ۱۹۹۵؛ آتک<sup>۵</sup> و همکاران، ۱۹۹۷). رشد ریشه نیز تحت تأثیر اثرات مغناطیسی قرار می‌گیرد (آستین و لیان<sup>۶</sup>، ۱۹۹۲؛ تورکر و همکاران، ۲۰۰۷؛ بلیاوسکایا، ۲۰۰۱). تیمار میدان مغناطیسی جذب مواد غذایی را افزایش می‌دهد و فعالیت‌های فتوسنتزی را بهبود می‌بخشد (ینان<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). در بذرهای تحت میدان مغناطیسی غشاء سلول‌ها نفوذپذیرتر شده و میزان آب آزاد در بذر افزایش می‌یابد. این اثرات مفید میدان مغناطیسی ممکن است به دلیل افزایش در جذب یون‌ها به‌ویژه کلسیم باشد (سلیم و ال‌نادی، ۲۰۱۱). جوانه‌زنی سریعتر در بذرهای در معرض میدان مغناطیسی ممکن است به دلیل فعالیت‌های بیشتر آنزیم‌های مربوط به جوانه‌زنی، هیدراتاسیون اولیه غشاءها و تحرک مولکولی بیشتر و هیدراتاسیون بخش‌های آبی باشد (واشیشث و ناگاراچان<sup>۸</sup>، ۲۰۱۰). افزایش جوانه‌زنی بذر سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) تحت تأثیر میدان مغناطیسی نیز قبلاً گزارش شده است. یکی از فرضیه‌های احتمالی برای توضیح آثار مثبت مشاهده شده از میدان‌های مغناطیسی را می‌توان در خواص پارامغناطیسی برخی از اتم‌های سلول‌های گیاهی و رنگریزه‌های کلروپلاستی یافت. بیشترین وزن تر ساقه‌چه علف‌هرز خرفه در تیمار نیتراپتاسیم ۰/۰۵ گرم در لیتر در سطح مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا حاصل شد که تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها داشت. همسو با این نتایج سرخی‌الله‌لو<sup>۹</sup> (۲۰۰۹) نشان داد که میدان مغناطیسی باعث افزایش وزن تر ساقه‌چه گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) شد.

همکاران، ۲۰۱۱). در تیمار اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در با افزایش سطح میدان مغناطیسی از صفر به ۲۵ میلی‌تسلا طول ساقه‌چه علف‌هرز یولاف وحشی بهره افزایش معنی‌داری یافت. در پژوهشی با هدف بررسی اثر میدان الکترومغناطیسی بر گندم بهره مشاهده شد که طول ساقه‌چه گندم در بذرهایی که تحت تأثیر میدان الکترومغناطیسی بودند نسبت به شاهد افزایش یافت. تیمارهای میدان مغناطیسی طول ساقه‌چه گندم را نسبت به شاهد ۲۷ درصد افزایش دادند (کورداس<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲). با افزایش میدان مغناطیسی از ۵۰ به ۱۰۰ میلی‌تسلا وزن تر گیاهچه یولاف وحشی بهره کاهش معنی‌داری یافت. در تأیید این نتایج راکوسی و همکاران (۲۰۰۸ a) بیان کردند که قرار گرفتن بذرهای ذرت در معرض میدان مغناطیسی کم (۵۰ میلی‌تسلا) اثر تحریک‌کنندگی بر وزن تر و طول گیاهچه داشت اما میدان‌های مغناطیسی قوی‌تر (۱۰۰ و ۲۵۰ میلی‌تسلا) اثر بازدارندگی روی این صفات داشتند. داوی و همکاران (۲۰۰۹) عنوان کردند که شدت‌های پایین میدان مغناطیسی اثر تحریک‌کنندگی و شدت‌های بالا اثر بازدارندگی بر رشد گیاهچه خرما (*Phoenix dactylifera* L.) داشتند.

میدان مغناطیسی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر علف‌هرز خرفه شد. اعمال میدان مغناطیسی خارجی به این اتم‌ها باعث چرخش آنها در راستای میدان مغناطیسی می‌شود. خواص مغناطیسی مولکول‌ها سبب توانایی آنها در جذب انرژی میدان مغناطیسی و تغییر آنها به انواع دیگر انرژی شده و این انرژی به ساختارهای دیگر سلول‌های گیاهی منتقل شده و در نهایت باعث فعال سازی آنها می‌شود (الاجادجیان، ۲۰۱۰). ملکی فراهانی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه تأثیر میدان الکترومغناطیسی و امواج فراصوت بر جوانه‌زنی بذر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) مشاهده کردند که بیشترین درصد جوانه‌زنی با قرار گیری بذر در میدان مغناطیسی با شدت ۴۰ کیلوهرتز حاصل شد. بیشترین وزن تر ریشه‌چه علف‌هرز خرفه در حضور تیمار شاهد با میدان مغناطیسی ۱۰۰ میلی‌تسلا حاصل شد که با سایر

<sup>3</sup> Reina<sup>4</sup> Namba<sup>5</sup> Atak<sup>6</sup> Stein and Lian<sup>7</sup> Yinan<sup>8</sup> Vashisth and Nagarajan<sup>9</sup> Sorkhi Ilah Lo<sup>1</sup> Kordas<sup>2</sup> Maleki Farahani

## نتیجه‌گیری

علف‌هرز تاج‌خروس ریشه‌قرمز، یولاف وحشی بهاره و خرفه شد. برهمکنش تیمار شکستن خواب و میدان مغناطیسی بر بسیاری از صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و با استفاده از میدان مغناطیسی اثر تیمارهای شکستن خواب تشدید شد.

به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار اسید سولفوریک احتمالاً به دلیل از بین بردن جنین بذر گزینه مناسبی برای شکستن خواب سه‌گونه علف‌هرز مورد بررسی نبود. تیمار میدان مغناطیسی باعث افزایش معنی‌دار بیشتر صفات مورد بررسی در هر سه گونه

## منابع

- Aladadjjiyan, A. 2002. Study of the influence of magnetic field on some biological characteristics of *Zea mays*. Journal Central European Agriculture, 3: 89-94.
- Aladadjjiyan, A. 2010. Influence of stationary magnetic field on lentil seeds. International-Agrophysics 24(3): 321-324.
- Aladadjjiyan, A. and Ylieva. T. 2003. Influence of stationary magnetic field on the early stages of the development of tobacco seeds (*Nicotiana tabacum* L.). Journal of Central European Agriculture, 132(2): 131-138.
- Amaya, J.M., Carbonell, M.V., Martinez, E. and Raya, A. 1996. Effects of stationary magnetic fields on germination and growth of seeds. Horticultural Science Abstracts, 68: 1363.
- Atak, C., Danilov, V., Yurttas, B., Yalçın, S., Mutlu, D. and Rzakoulieva, A. 1997. Effects of magnetic field on soybean (*Glycine max* L.Merrill) seeds. Com JINR. Dubna, 1-13.
- Belyavskaya, N.A. 2001. Ultra structure and calcium balance in meristem cells of pea root exposed to extremely low magnetic fields. Advances in Space Research, 28(4): 645-650. [https://doi.org/10.1016/S0273-1177\(01\)00373-8](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(01)00373-8)
- Belyavskaya, N.A. 2004. Biological effects due to weak magnetic field on plants. Advanced in Space Research, 34(7): 1566-1574. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2004.01.021>
- Dhawi, F., Al-Khayri, J.M. and Hasan, E. 2009 Static Magnetic Field Influence on Elements Composition in Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(2): 161-166.
- Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 377-409.
- Esitken, A. and Turan, M. 2003. Alternating magnetic field effects on yield and plant nutrient element composition of strawberry (*Fragaria xananassa* cv. Camarosa). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 54(3): 135-139. <https://doi.org/10.1080/09064710310019748>
- Faqenabi, F., Tajbakhsh, M., Bernooshi, I., Saber-Rezaii, M., Tahri, F., Parvizi, S., Izadkhah, M., Hasanzadeh Gorttapeh, A. and Sedqi, H. 2009. The effect of magnetic field on growth, development and yield of safflower and its comparison with other treatments. Research Journal of Biological Science, 4(2): 174-178.
- Florez, M., Carbonell, M.V. and Martínezre E. 2007. Exposure of maize seeds to stationary magnetic fields: Effects on germination and early growth. Environment Experimental Botany, 59(1): 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.10.006>
- Ghaderi, A., kKamkar, B. and Soltani, A. 2008. Science and technology of seed. Jahad daneshgahi Mashhad. [In Persian].

- Hozayn, M., Abd El-Monem, A. A., Abdul Qados, A. M. S. and Abd El-Hameid, E. M. 2011. Response of Some Food Crops to Irrigation with Magnetized Water under Green House Condition. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5: 29-36.
- Kavi, P.S. 1977. The effect of magnetic treatment of soybean seed on its moisture absorbing capacity. *Scientific Culture*, 43: 405-406.
- Kordas, L. 2002. The effect of magnetic field on growth, development and the yield of spring wheat. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11(5): 527-530.
- Mahmood-zadeh, A., Nojavan, M. and Bagheri, Z. 2005. Effect of different treatments on breacking and germination of *Datura stramonium* L. *Iranian Journal of Biology*, 8: 341-349. [In Persian with English Summary].
- Maleki Farahani, S., Rezazadeh, A. and Aghighi Shahverdi. M. 2015. Effects of electromagnetic field and ultrasonic waves on seed germination of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Iranian Journal of Seed Research*, 2(1): 109-118. [In Persian with English Summary].
- Marghaeizadeh, G.H., Gharineh M.H., Fathi Gh., Abdali, A.R. and Farbod, M. 2014. Effect of ultrasound waves and magnetic field on germination, growth and yield of *Carum copticum* (L.) C. B. Clarke) in lab and field conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(4): 560-539. [In Persian with English Summary].
- Muraji, M., Nishimura, M., Tatebe, W. and Fujii, T. 1992. Effect of alternating magnetic field on the growth of the primary root of corn. *IEEE. Transactions on Magnetics*, 28: 1996-2000. <https://doi.org/10.1109/20.144760>
- Nadjafi, M., Bannayan, L., Tabrizi, M. and Rastgoo, M. 2006. Seed Germination and Dormancy Breaking Techniques for *Ferula gummosa* and *Teucrium polium*. *Journal Arid Environments*, 64(3): 542-547. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.06.009>
- Namba, K., Sasao, A. and Shibusawa, S. 1995. Effect of magnetic field on germination and plant growth. *Acta Horticulture*, 399: 143-147. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.399.15>
- Nicols, M.A. and Heydecker, W. 1968. Two approaches to the study of germination date, *proc. International Seed Test Associate*, 33: 531-540.
- Podleony, J., Pietruszewski, S. and Podleona, A. 2004. Efficiency of the magnetic treatment of broad bean seeds cultivated under experimental plot conditions. *International Agrophysics*, 18(1): 65-71.
- Racuciu, M., Creanga, D.E. and Amoraritei, C. 2008a. Biochemical changes induced by low frequency magnetic field exposure of vegetal organisms. *Romanian Journal of Physics*, 52: 601-606.
- Racuciu, M., Creanga, D. and Horga, I. 2008b. Plant growth under static magnetic field influence. *Rom Journal Physics*, 53: 353-359.
- Reina, F.G., Pascual, L.A. and Fundora, I.A. 2001. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part II: Experimental Results *ioelectro magnetics* 22: 596-602. <https://doi.org/10.1002/bem.89>
- Ruzic, R. and Jerman, I. 2002. Weak magnetic field decreases heat stress in cress seedlings. *Electromagnetic Biology and Medicine* 21: 69-80. <https://doi.org/10.1081/JBC-120003112>
- Sarmadnia, G.H. 1996. Seed technology. *Jahad daneshgahi Mashhad* [In Persian].
- Selim, A. F. H. and El-Nady, M. F. 2011. Physio-anatomical responses of drought stressed tomato plants to magnetic field. *Acta Astronautica*, 69(7-8): 387-396. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.05.025>



- 
- Shabrangi, A., Majd, A. and sheidai, M. 2011. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on growth, cytogenetic, protein content and antioxidant system of *Zea mays* L. African Journal of Biotechnology, 10: 9362-9369. <https://doi.org/10.5897/AJB11.097>
- Sorkhi llah Lo, F. 2009. Evaluation of the effects of ultrasound and magnetic field on germination of seeds of the everlasting medicinal plant (*Calendula officinalis* L.) Sixth Iranian Horticultural Congress - Guilan University, 1165-1161. [In Persian with English Summary].
- Turker, M., Temirci, C., Battal, P.M. and Erez, E. 2007. The effect of an artificial and static magnetic field on plant growth, chlorophyll and phyto-hormone levels in maize and sunflower plants. *Phyton Annales Rei Botanicae*, 46: 271-284.
- Vashisth, A. and Nagarajan, S. 2010. Characterization of water distribution and activities of during germination in magnetically exposed maize (*Zea mays* L) seeds. *Indian Journal of Biochemistry Biophysics*, 47: 311-318.
- Yinan, Y., Yuan, L., Yongqing, Y. and Chunyang, L. 2005. Effect of seed pretreatment by magnetic field on the sensitivity of cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings to ultraviolet-B radiation. *Environmental Experimental Botany*, 54(3): 286-294. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.09.006>

Research Article

## Interaction of Magnetic Field and Dormancy Breaking Treatments on Germination and Seedling Growth of Some weed Species

Pouya Sonboli Hamedani<sup>1</sup>, Marjan Dianat<sup>2,\*</sup>, Fereydoon Ghasem Khan Qajar<sup>2</sup>

### Extended Abstract

**Introduction:** Seed dormancy is the most important factor that prevents weed seed germination. Lack of simultaneous germination of weed seeds causes a number of problems in their control due to seed dormancy in the fields; therefore, weed seed dormancy is considered to be an undesirable trait for farmers. The aim of this study was to investigate the effect of magnetic field on seed dormancy elimination in some weed species.

**Material and Methods:** In order to study the effect of Magnetic field on germination and seedling growth of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), spring wild oat (*Avena fatua*) and common purslane (*Portulaca oleraceae*), a factorial experiment based on completely randomized design was conducted at the Ecology laboratory of Science Research Branch, Islamic Azad University in 2019. Factors consisted of dormancy breaking treatment at 8 levels (gibberellic acid 1000 mg/l for 20 minutes, gibberellic acid 2000 mg/l for 20 minutes, sulfuric acid for 5 minutes, sulfuric acid for 10 minutes, sulfuric acid for 20 minutes, nitrate potassium at 0.01 g/L, nitrate potassium at 0.05 g/L and control) and magnetic field at 4 levels (0, 25, 50 and 100 mT).

**Results:** Results showed that responses of three weed species to magnetic field were different. Magnetic field increased percentage of germination, fresh weight of plumule and length of plumule of redroot pigweed, so magnetic field at 100 mT was the best treatment for dormancy breaking. The highest germination percentage of wild oat was obtained in 0.01 mM potassium nitrate at 50 mT. The length plumule of wild oat increased significantly at 2000 mg/l gibberellic acid with increasing magnetic field level from zero to 25 mM. Nitrate potassium at 0.05 g/L was the best treatment for breaking the dormancy of common purslane. Magnetic field at 100 mT could increase percentage of germination of this weed.

**Conclusion:** In general, the results of this study showed that sulfuric acid treatment was not a suitable option for the removal of dormancy in the three weed species because of the elimination of seed embryos. Magnetic field treatment significantly increased the studied traits in all three species of redroot pigweed, spring wild oat and purslane. The interaction between dormancy breaking treatment and magnetic field was significant in many of the studied traits and the effect of dormancy breaking treatment was intensified by magnetic field. Therefore, the use of magnetic field treatment is recommended to increase the germination of these three species.

**Keywords:** Fresh weight of seedling, Germination rate, Gibberellic acid, Nitrate potassium

### Highlights:

- 1- There is a positive and significant interaction between seed dormancy elimination treatments and magnetic field.
- 2- Sulfuric acid treatment is not a suitable option for breaking the dormancy of redroot pigweed, spring wild oat and purslane.

<sup>1</sup> Graduate of the department of Horticulture and Agricultural Sciences, faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Horticultural and Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

