اثر پیش تیمارهای مغناطیس و فراصوت بر خصوصیات زراعی و عملکرد ذرّت علوفه‌ای

ساسان رضادوست [۱] و هادی طایفه افشاری [۲]

چکیده

به منظور مطالعه اثر پیش تیمار امواج مغناطیسی و امواج فرا صوت برعملکرد ذرت علوفه ای ۷۰٤ آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه ای واقع در روستای بدلبو در ۱۵ کیلومتری شمال ارومیه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۲ فاکتور انجام شد. عامل اول میدان مغناطیسی شامل تیمارهای ٤۰، ۸۰ میلی تسلا در زمان ۲۰ دقیقه و شاهد بود، عامل دوم امواج صوتی شامل دو سطح با فرکانس های ٤۰ و ۸۰ کیلو هرتز در زمان دو دقیقه به همراه شاهد بود. نتایج نشان داد که صفات ارتفاع بوته، تعداد گره، مساحت برگ، نسبت وزن بلال، در صد پروتیئن و وزن علوفه تحت تاثیر امواج صوتی قرار گرفتند. صفت تعداد گره نیز تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار گرفت و اثر متقابل تاثیر میدان مغناطیسی در امواج صوتی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن تر ساقه و درصد پروتیئن معنی دار شدند. تلفیق دو پیش تیمار امواج فراصوتی و مغناطیسی در سطح امواج متوسط باعث افزایش ۲۰ در صدی علوفه گردید.

کلمات کلیدی:* *پیش تیمار بذر، ذرت ۷۰٤، میدان مغناطیسی، فرا صوت

Archive of SID

✓ تاریخ دریافت :۹۳/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۵

[۱]- گروه زراعت کشاورزی ، واحدخوی، دانشگاه آزاد اسلامی ، خوی- ایران. (نویسنده مسئول) srezadust@yahoo.com

[۲]- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت کشاورزی ، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی - ایران.

www.SID.ir

مقدّمه

ذرت یکی از غلات مهم در جهان است و به‌عنوان یکی گیاهان پرتوقع و استراتژیک در جهان محسوب می‌شود. ذرت علوفه ای با تولید ۹۲۶۵۸۴۱ تن در ۱۶۴۰۵۶ هکتار سطح زیر کشت در سال ۱۳۹۱ جایگاه مهمی را در تامین خوراک دام به خود اختصاص داده است. آمار و اطلاعات حاکی از تولید ۱۸۲۱۷۰ تن ذرت علوفه ای با سطح زیر کشت معادل ۲۷۹۹ هکتار در سطح استان آذربایجان غربی است(بی نام، ۲۰۱۱).

امواجی با فرکانس زیر حد فرکانس شنوایی انسان(۲۰ هرتز) را امواج فرو صوت گویند. بازه فرکانس شنوایی افراد متفاوت است و معمولاً با بالا رفتن سن این بازه (شنوایی) کم می‌شود. معمولاً بالاترین فرکانس شنوایی حدود ۲۰ یا ۲۵ کیلوهرتز می‌باشد. فرکانس قابل شنیدن انسان ۲۰-۲۰۰۰ هرتزاست(Zaki *et. al*., 2007).

علی‌رغم این که علم صوت سابقه‌ای دیرینه دارد ولی کاربرد عملی و علمی از آن در کشاورزی و صنایع غذایی دیر شروع شده است. امواج فراصوت باعث افزایش فعالیت آنزیم‌ها در بذرهای تیمار شده می‌شود. در اثر تیمار با امواج فراصوتی نفوذپذیری پوسته بذر نسبت به آب افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش حجم دانه است و آب به راحتی و در حجم بیشتری در اختیار دانه قرار می‌گیرد. در اثر ایجاد حفره و خراش در پوسته بذر تحت تأثیر امواج فراصوتی، حباب‌های کوچکی در سطح پوسته بذر تشکیل می‌شود که با از بین رفتن این حباب‌ها، حرارت و فشار زیادی در سطح پوسته تولید می‌شود، به دنبال این پدیده امواجی با طول موج کم تولید می‌شود، بنابراین در سطح نوعی استرس و بی‌نظمی ایجاد می‌شود. در نهایت تکرار این فرآیند باعث ایجاد حفرات زیادتر و تخریب سلول‌های پوسته بذر می‌شود. آب جذب شده به سلول های جنینی می‌رود و سبب آزادسازی اسیدجیبرلیک می‌شود و آزادسازی مواد غذایی در آندوسپرم را سرعت می‌بخشد(Yaldgard *et al*., 2008).

امواج مغناطیس، امواجی هستند که دارای ماهیت و سرعت یکسان هستند و فقط از لحاظ فرکانس و طول موج با هم تفاوت دارند. در طیف امواج مغناطیسی هیچ شکافی وجود ندارد، یعنی هر فرکانس را بخواهیم می‌توان تولید کرد. برای مقیاس بسامد یا طول موج هیچ حد بالا و پایینی وجود ندارد. این امواج برای انتشار خود نیاز به محیط مادی ندارند و حرکت این امواج

Archive of SID

www.SID.ir

عرضی می‌باشد(Yaldgard *et al.*, 2008). استفاده از مغناطیس در کشاورزی نشان داده که بذور مغناطیس شده همراه با آبیاری مغناطیسی جوانه‌زنی را در گندم ۲۰ درصد، گوجه فرنگی ٦٥ درصد و در فلفل و خیار ۱۰۰ درصد افزایش داد. در آبیاری مغناطیسی در مزارع یونجه عملکرد یونجه تا ٦٥ درصد افزایش و مصرف آب و هزینه‌های پمپاژ را ٤٢ درصد کاهش داده است. باید توجه داشت استفاده از مغناطیس در کشاورزی باعث افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌گردد(Darykhany, and Elahi, 1998).

اثر امواج فراصوتی و آب مغناطیسی بر جوانه زنی گیاه رازیانه در دانشگاه چمران اهواز مورد مطالعه قرار گرفت که در آن آزمایش امواج فراصوت با شدت ٤٢ کیلوهرتز در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸ به بذر و همچین آب تحت شدت میدان مغناطیسی به بزرگی ٦٥۰۰ گوس در زمان‌های ۲، ٤، ٦، ۸ داده شد، نتایج نشان داد که آب مغناطیسی بر صفات متوسّط سرعت جوانه زنی، وزن ساقه چه و شاخص ویگور اثر معنی‌دار داشت. همچنین در تیمار فراصوت بیشترین درصد جوانه‌زنی در بذور شاهد و کمترین درصد در تیمار ۸ دقیقه بود که با افزایش زمان قرار گرفتن در امواج فراصوت سرعت جوانه زنی کاهش یافت (Noroozi *et. al.*, 2011).

اثر آب مغناطیسی بر عملکرد و خصوصیّات زراعی لوبیا نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب به وسیله‌ی آب مغناطیسی افزایش یافته و تعداد غلاف در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تأثیر آب مغناطیسی قرار ندارد(Talabi et al., 2011). در آزمایش دیگر جوانه زنی گیاه زنیان تحت تأثیر امواج فراصوت و میدان مغناطیسی با فرکانس‌های ۲۲ کیلوهرتز در زمان ۲،٥ دقیقه و شدت مغناطیسی ٥۰۰۰ گوس در زمان‌های ۱٥،۳۰، ٤٥ دقیقه نشان داد که میدان مغناطیسی ۳۰ دقیقه و امواج صوتی ٥ دقیقه بیشترین تأثیر بر عملکرد گیاه داشته و همچنین باعث افزایش جوانه‌زنی ویگور بذور و بهبود عملکرد نهایی گیاه تحت تأثیر تیمار شد(Morgabizadeh *et. al.,* 2010).

پوراکبروهمکاران (Poorakbar et at., 2010) در آزمایشی اثر میدان مغناطیسی بر صفات جوانه زنی بذرهای گیاه سیاهدانه در میدان مغناطیسی با شدت ۲٥ و ٥۰ میلی‌تسلا به مدت ۰، ۳۰، ٦۰، ۱۲۰ دقیقه مطالعه و نشان دادند که میدان مغناطیسی عملکرد بذرها را در محیط کشت افزایش داد. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و وزن خشک گیاه به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. ترکیب

Archive of SID

www.SID.ir

میدان مغناطیسی و مدت زمان آن با شدت ۲۵ میلی تسلا به مدت ٦۰ دقیقه نتایج بهتری بدست آمد. همچنین در بذرهای در حال جوانه‌زنی تحت تأثیر میدان مغناطیسی فعالیت آنزیم‌های آلفا آمیلاز، دهیدروژناز و پروتئاز به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود. مطالعه اثرات پیش تیمارهای مغناطیس و فراصوت بر خصوصیات زراعی و تولید محصول ذرت علوفه ای از اهداف این تحقیق بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان ۱۳۹۲ تحت شرایط مزرعه‌ای در روستای بدلبودر ۱۵ کیلومتری شمال شهرستان ارومیه انجام گرفت. این محل با عرض جغرافیایی ´۳۵، °۳۸ شمالی و طول جغرافیایی ″۵۲، °٤٤ شرقی و ارتفاع ۱۱۵۷ متر از سطح دریا قرار دارد. قبل از اقدام به تهیه بستر و کاشت، از چند نقطه محل آزمایش از عمق ۰ – ٤۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری و نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

نوع طرح آزمایش به صورت بلوک های کامل تصادفی در ۹ تیمار و ۳ تکرار که شامل دو پیش تیمار با امواج صوتی٤۰ و۸۰ کیلو هرتز و میدان مغناطیسی ٤۰ و۸۰ میلی تسلا و تلفیق آنها با یکدیگر و تیمار شاهد بود. بذور برای اجرای تیمار امواج صوتی به اداره بهداشت شهرستان ارومیه برده شد و در دستگاه ادیومتر ۱ کاناله به مدت دو دقیقه قرار داده شد در ادامه بذور برای قرار گرفتن در میدان مغناطیسی به دانشکده فیزیک دانشگاه ارومیه برده شد و بذور بوسیله دستگاه مغناطیس که شامل دو آهن ربای سیم پیچی شده متصل به برق بود، که بذرها به مدت ۲۰ دقیقه در این دستگاه تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار گرفتند.

زمین مورد استفاده به مساحت ٦۰۰ مترمربع، در اول اردیبهشت سال ۹۱ اقدام به شخم بهاره گردید، ۲۰ روز بعد برای خرد کردن کلوخه‌ها از دستگاه کولتیواتور استفاده شد. یک هفته بعد با سم ترفلان(با نسبت یک در هزار) زمین مورد نظر سم‌پاشی و مجددا کولتیواتور زده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- برخی خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 1: Soil characteristics of the expremental area

درصد اشباع	هدایت الکتریکی $EC \times 10^3$	اسیدیته گل اشباع pH	مواد خنثی شونده (٪)	کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
49	2/20	8/04	18/3	1/14	6/09	401	32	39	29

در تاریخ ۲۷ اردیبهشت به‌وسیله ردیف کار با مخزن خالی جوی پشته‌ها تهیه شدند. در هر کرت ٤ پشته ٤ متری تشکیل شد. در تاریخ ۲۵ خرداد اقدام به پیش تیمار بذرهای ذرت ۷۰٤ گردید و سپس بذرها بر اساس نقشه طرح کاشته شدند. اولین آبیاری در همان روز انجام گرفت. عملیات تنک نیز در مرحله ٤ برگی انجام شد و تعداد بوته‌ها به یک بوته کاهش یافت. طی دو مرحله ٤ و ۸ برگی کود اوره سرک توزیع گردید و در کل زمان داشت ۹ مرحله آبیاری شد.

چون هدف از کاشت ذرت ۷۰٤ در این تحقیق تولید علوفه بود، برداشت در مرحله بین شیری تا خمیری شدن دانه ها از سه ردیف میانی کاشت در هر کرت و با رعایت حاشیه‌ها ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات مورد نظر به ویژه وزن تر بلافاصله در مزرعه اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌های خام به‌دست آمده از طریق نرم افزارآماری MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌های به‌دست آمده به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

۱- ارتفاع بوته

نتایج تجزیهٔ واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار امواج صوتی و اثر متقابل امواج صوتی و مغناطیسی بر ارتفاع بوته بود(جدول۲). امواج فراصوتی بیشترین ارتفاع(۳۱۵/۱ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داده و کمترین میزان آن به نمونه‌های شاهد اختصاص داشتند. مقایسهٔ میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که تیمار ٤۰ کیلوهرتز امواج فراصوتی در ترکیب با میدان مغناطیس ٤۰ میلی‌تسلا بیشترین ارتفاع بوته (۳٤۲/۹ سانتی متر) مشاهده گردید (جدول۳). در مطالعات قبلی مشخص گردید بذور تیمار

Archive of SID

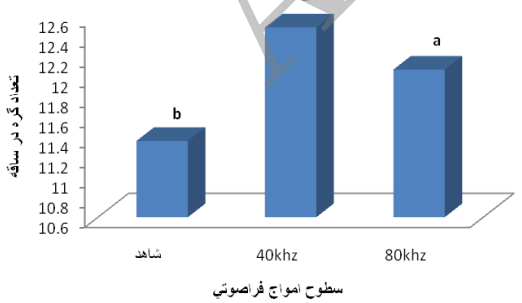
www.SID.ir

شده با امواج صوتی و یا میدان های مغناطیسی از سرعت جوانه زنی و قدرت رشد بیشتری برخوردار هستند(Shors *et.al*., 1999؛ Rochalska, 2011). به طور کلی بذوری که سریع‌تر جوانه می‌زنند نسبت به سایر بذور سریع‌تر در خاک استقرار یافته و در رقابت برای جذب مواد غذایی، آب و نور نسبت به سایر بذور بهتر عمل کرده و با این پتانسیل اولیه رشد از ارتفاع بیشتری برخوردار خواهند بود.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس به نظر می‌رسد امواج صوتی بر ارتفاع بوته موثرتر عمل کرده و توانسته‌اند تغییرات معنی‌داری به‌وجود آورند. امواج صوتی ۴۰ کیلوهرتز بلندترین بوته ها را تولید نمودند، لذا انتظار می‌رود حداکثر وزن بوته نیز در این تیمارها حاصل شود چرا که ارتفاع گیاهان علوفه‌ای مهمترین جزء وزن اندام هوایی محسوب می‌گردد. علاوه بر این افزایش ارتفاع، افزایش تعداد برگ و در پی آن افزایش کیفیت علوفه را بدنبال خواهد داشت. افزایش ارتفاع در گندم(wang *et.al*., 2003) و برنج(Yu *et.al*., 2013) تحت تیمار امواج صوتی نیز گزارش شده است.

۲- تعداد گره در ساقه

تعداد گره در ساقه ذرت تحت تأثیر تیمار امواج صوتی و میدان مغناطیسی قرار گرفته ولی اثر تلفیقی این دو عامل معنی‌دار نبود(جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین مربوط به تیمار فراصوتی نشان داد بیشترین تعداد گره در ساقه(۱۲/۴۹) در شدت ۴۰ کیلوهرتز و کمترین میزان آن(۱۱/۳۶) در تیمار شاهد حاصل شد(شکل ۱). همچنین در پیش تیمار مغناطیسی بذور ذرت نیز بیشترین گره در تیمار ۴۰ میلی تسلا مشاهده شد(شکل ۲). در یک آزمایش گلخانه ای تیمار صوتی با افزایش فعالیت های متابولیکی و تحریک تقسیم سلولی توانست رشد ریشه و تعداد گره را در استولون های توت فرنگی افزایش دهد(Xiaocheng *et. al*., 2007).

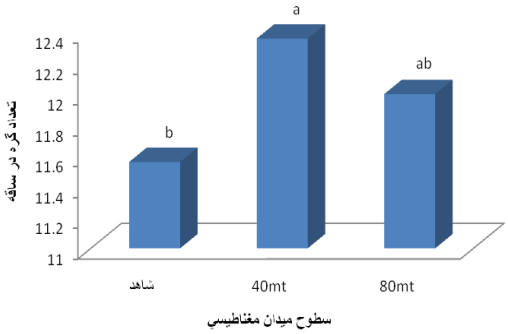


شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد گره ساقه ذرت تحت تیماراموا‌ج فراصوتی

Fig1: Comparison of corn node number in ultrasound tretments

Archive of SID

www.SID.ir

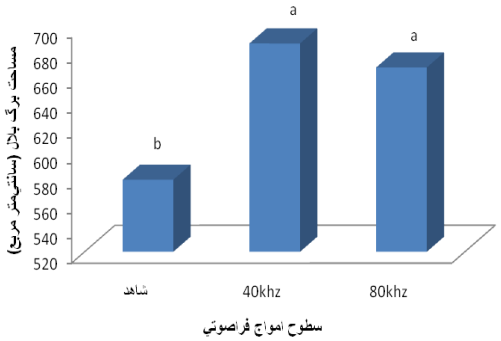


شکل ۲- مقایسه میانگین های تعداد گره ساقه ذرت تحت تیمار امواج مغناطیسی

Fig 2: Comparison of corn node number in magnetic treatments

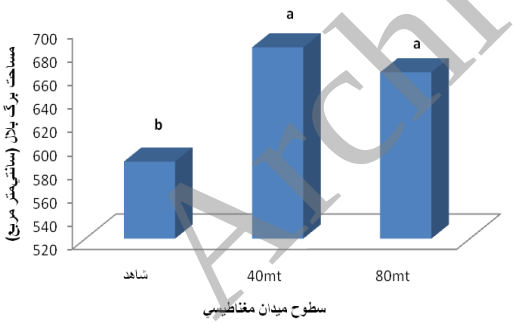
۳- مساحت برگ

امواج فراصوتی و مغناطیسی بـه احتمـال ۹۹ درصد تأثیر معنی‌داری بـر مسـاحت بـرگ بـلال داشتند اما اثر برهمکنش ایـن دو عامـل معنـی‌دار نبود (جدول۲). امواج ٤٠ کیلوهرتز نتایج بهتـری داشته و بیشترین(٦٨٤/٤ سانتی‌متـر مربـع) میـزان مسـاحت بـرگ را بـه خـود اختصـاص داده و مسـاحت بـرگ در تیمـار فراصـوت ۸۰ بـا ٤٠ کیلوهرتز اختلاف معنی‌داری نداشـت(شـکل ۳). در بررسی اثر امواج مغناطیسی نیز نتایج مشابهی با تیمار فراصوتی بدست آمد فراخ ترین برگ هـا (٦٨٣/٣ سانتی متر مربـع) مربـوط بـه امـواج ٤٠ میلی تسلا بود(شکل ٤). توت‌فرنگی هـای تیمـار شده با امواج صـوتی در گلخانـه افـزایش سـطح برگ و رشد بیشتری داشتند در این گیاهان میـزان فعالیت ATP سنتتاز بیشتر بود لذا گیاهان از انرژی بیشتری بـرای انجـام فعالیـت هـای متـابولیکی و تقسیم سلولی و رشد برخـوردار بودنـد(Lirong *et..al.*, 2014).



شکل ۳- مقایسه میانگین مساحت برگ بلال تحت تیمار فراصوت

Fig. 3: Comparison of corn leaf area in ultrasound tretments



شکل ٤- مقایسه میانگین مساحت برگ ذرت تحت تیمار مغناطیس

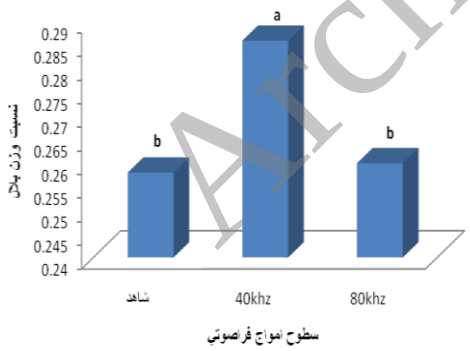
Fig. 4: Comparison of corn leaf area in magnetic tretments

Archive of SID

www.SID.ir

٤- نسبت وزن بلال

این صفت مهم نیز تحت اثرات ساده امواج فراصوتی و امواج مغناطیسی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت ولی متاثر از برهمکنش این دو عامل نبود(جدول۲). بیشترین نسبت وزن بلال(۰/۲۸٦) مربوط به تیمار ٤۰ کیلوهرتز امواج فراصوتی بود و بین شاهد و تیمار ۸۰ کیلو هرتز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت(شکل ۵). در بررسی تأثیر امواج مغناطیسی مشخص گردید کاربرد میدان‌های مغناطیسی باعث افزایش نسبت وزن بلال می‌شود به‌طوری‌که بیشترین میزان آن (۰/۳۰٤) در تیمار ٤۰ میلی تسلا و کمترین میزان آن(۰/۲٤۳) در نمونه شاهد مشاهده گردید(شکل ٦). در پی تاثیر مثبت امواج فراصوت در افزایش وزن دانه و بلال، نسبت وزن بلال در این محصول علوفه ای ارتقا یافت و این صفت کیفی در حد معنی دار آماری بهبود یافت. مطالعات نشان می‌دهد امواج صوتی به طور معنی‌داری عملکرد فلفل دلمه‌ای، خیار و گوجه فرنگی را به ترتیب ۳۰، ۳۷ و ۱۳ درصد افزایش می‌دهد (Hassanien *et.al.*, 2014). امواج صوتی باعث تغییرات تعداد گل و میوه، میزان کلروفیل، سرعت فتوسنتز در توت‌فرنگی و خیار تا ٤۲ روز بعد از تیمار افزایش می یابد که همراه با بهبود و توسعه کارآیی فتوسیستم ۲ و افزایش انتقال الکترون است(Fan *et.al.*, 2010; Meng *et.al.*, 2011)، به‌علاوه امواج فراصوتی تولید هورمون‌های داخلی مانند اکسین و جیبرلین را در سبزیجاتی نظیر خیار، گوجه‌فرنگی، طالبی و بادمجان تحریک می‌کنند (Huang and Jiang, 2011; Zhu *et.al.*, 2011). این تنظیم کننده‌های رشد باعث افزایش رشد زایشی و تولید محصول یا میوه بیشتری خواهند بود. افزایش نسبت وزن بلال نشان دهنده افزایش تعداد و وزن بلال در گیاه نسبت به وزن کل بوته است که می تواند ناشی از افزایش رشد زایشی و تولید بلال بیشتر و یا افزایش وزن بلال ها به دلیل اندوخته غذایی بیشتر باشد.

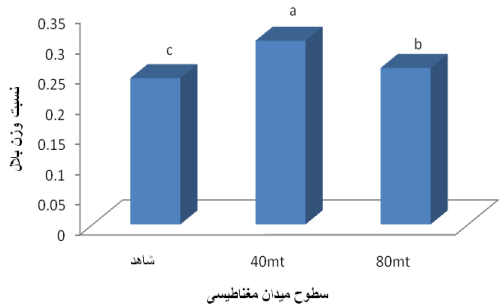


شکل ۵- مقایسه میانگین نسبت وزن بلال تحت تیمار فراصوت

Fig. 5: Comparison of corn ear weight ratio in ultrasound tretments

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦- مقایسه میانگین نسبت وزن بلال تحت تیمار مغناطیس

Fig. 6: Comparison of corn ear weight ratio in magnetic tretments

۵- درصد پروتئین

امواج فراصوتی و اثرات متقابل امواج فراصوتی و مغناطیسی بر درصد پروتئین ذرت تاثیر معنی داری داشتند(جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد که از بین سطوح تیمار امواج مغناطیسی بیشترین درصد پروتئین در سطح ٤٠ کیلوهرتز امواج صوتی حاصل شده است به طوری که بیشترین پروتئین(١٤/٨ درصد) مربوط به تیمار ترکیبی ٤٠ کیلوهرتز فراصوتی و ٤٠ میلی تسلا مغناطیسی بود(جدول ۳).

مطالعات قبلی نشان می‌دهد که استفاده از امواج صوتی باعث تحریک رشد سلولی، افزایش تقسیم سلولی و افزایش فعالیت آنزیمی و چربی‌های ذخیره‌ای می‌شود که مؤید نتایج این تحقیق است (Reda *et.al.*, 2013). افزایش میزان پروتئین تحت تیمار امواج فراصوتی می‌تواند در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌ها در جهت تجمع اسیدهای آمینه و سنتز پروتئین‌ها باشد. یو و همکاران(۲۰۱۳) افزایش پروتئین، نشاسته و عملکرد دانه برنج تحت تیمار فراصوتی را گزارش نمودند.

٦- عملکرد علوفه

نتایج تجزیه واریانس داده های مربوطه نشان داد که امواج مغناطیسی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تیمارها به احتمال ۹۵ درصد بر عملکرد علوفه موثر بودند(جدول ۲). براساس مقایسه میانگین های اثرات متقابل امواج مغناطیسی و فراصوت مشخص شد حداکثر عملکرد علوفه از ترکیب تیمارهای ٤٠ میلی تسلای مغناطیس و ٤٠ کیلو هرتز فراصوت قابل حصول است. کمترین مربوط به تیمار شاهد بود(جدول ۳). نتایج آزمایشی در مشهد نشان داد که تیمار میدان مغناطیسی و نانو ذرات نقره با ٧٤/٤٩ تن در هکتار علوفه تر و کود کمیرا با ٦٤/٨٧ تن در هکتار به طور معنی داری نسبت به بقیه تیمارها بالاترین عملکرد علوفه تر را نشان دادند که این مقدار نسبت به شاهد بترتیب معادل ۳۵ درصد و ۱۷/۵ درصد افزایش داشت(Feizi, and Rezvani Moghaddam, 2011). با کاربرد میدان مغناطیسی و پیش تیمار فراصوت به نظر

Archive of SID

www.SID.ir

می رسد میزان تخلیه عناصری چون نیتروژن، فسفر و کلسیم توسط گیاه از خاک نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر بود. به همین دلیل گیاه با در اختیار گرفتن عناصر ضروری برای رشد بهینه به حداکثر توان تولیدی خود نزدیک شده است.

نتیجه گیری

نتایج حاصل نشان داد پیش تیمار فراصوت نسبت به امواج مغناطیسی تاثیر بیشتری داشتند که این مساله به‌ویژه در صفات درصد پروتئین،وزن بلال و ارتفاع ساقه مشهود بود.

ارزیابی کلی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطح میانه پیش تیمارها یعنی شدت ۴۰ کیلوهرتز فراصوت و ۴۰ میلی تسلا امواج مغناطیس نسبت به سطح دوم مورد استفاده، توانستند حداکثر مقدار صفات مورد بررسی به ویژه عملکرد علوفه را به خود اختصاص دهند. این مساله حاکی از انتخاب صحیح سطوح و شدت اعمال تیمارها می‌باشد که با بررسی همه جانبه منابع روز دنیا حاصل شد. بدیهی است که افزایش شدت تیمارهای فراصوت و مغناطیس نه تنها مثمرثمر نبود بلکه در بعضی موارد شاهد کاهش مقادیر صفات مورد ارزیابی تا آستانه شاهد حتی کمتر از آن شود(به عنوان مثال صفات نسبت وزن بلال و وزن علوفه).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی

Table 3- Comparison of treatments interaction effects

تیمارها Treatments		ارتفاع بوته(سانتی متر) Height(Cm)	پروتئین(درصد) Protein(%)	عملکرد(کیلوگرم در هکتار) Yield(Kg/ha)
فراصوت Ultrasound	مغناطیس Magnetic Field شاهد	۲۷۷,٤ c	10.3e	1035.3d
شاهد control	۴۰ میلی تسلا	280.1c	12.3d	1267.7bcd
	۸۰ میلی تسلا	278.6c	10.7e	11600.1cd
۴۰ کیلو هرتز 40Khz	شاهد	319.6b	14.4b	1360.2bcd
	۴۰ × ۴۰ میلی تسلا	342.9a	15.6a	1893.5a
	۸۰ میلی تسلا	323.2b	14.1b	1534.8bc
۸۰ کیلو هرتز 80Khz	شاهد	316.1b	13.4c	1167.4cd
	۴۰ میلی تسلا	321.7b	13.8c	1689.6ab
	۸۰ میلی تسلا	318.5b	12.1	1457.3bcd

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر پیش تیمار میدان مغناطیسی و فراصوت بر صفات زراعی ذرت سیلویی

Table 2: Analysis of variance magnetic field and ultrasound treatments on silage corn agronomic trials

منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	عملکرد علوفه Feed weight	درصد پروتئین Protein Percent	نسبت وزن بلال Earweight ratio	مساحت برگ Leaf Area	تعداد گره در ساقه Node number	ارتفاع Height
تکرار (بلوک) Replication	2	296.66 ^{ns}	2.03**	4.97 ^{ns}	1829.73*	0.26*	103.41 ^{ns}
فراصوت Ultrasound	2	8377.92 ^{ns}	123.43**	21.55**	30361.99**	2.95 **	3582.86**
مغناطیس Magnetic	2	46833.44**	0.37^{ns}	92.18 **	23639.27**	1.45*	283.34 ^{ns}
اثرات متقابل Interactions	4	7368.86*	12.65**	5.25^{ns}	2937.36 ^{ns}	0.82*	835.47**
اشتباه Error	16	3149.26	2.37	2.49	1811.17	0.34	119.63
ضریب تغییرات C.V. (%)		13.83	2.91	5.88	6.61	4.88	3.67

*** و** : به ترتیب وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns: عدم اختلاف معنی‌دار**

and ns : Significant at the 1% and 5% probability levels and non significant respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده References

- ✓ Darykhany, A. S., and A. Elahi. 1998. Effect of magnetic field on seed germination. Science and Technology of seed, Gorgan, 61- 67.
- ✓ Fan, R., Q. Zhou, D. Zhao. 2010. Effect on changes of chlorophyll fluorescence in cucumber by application of sound frequency control technology. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 19, 194-197.
- ✓ Feizi, H. and P. Rezvani Moghaddam. 2011. Influence of magnetic field and silver nano particles in comparison to macro and micro nutrient fertilizers on growth, yield and silage quality of maize. J. of Water and Soil. Vol 24: 6. 7490- 7499.
- ✓ Garcia Reina, F., L.A. Pascual, and I. A. Fundora. 2011. Influence of a stationary magnetic field on water relations in lettuce seeds. Part II: Experimental Results. Bioelectromag 22:596-602.
- ✓ Hassanien, R. H. E., H.,Tian-zhen, L. Yu-feng, and L. Bao-ming. 2014. Advances in Effects of Sound Waves on Plants. Journal of Integrative Agriculture. 13(2): 335-348.
- ✓ Hou T. Z., B. M. Li, , W. Wang, G. H. Teng, Q. Zhou, L. R. Qi, and Y. F. Li. 2010. Influence of acoustic frequency technology on cotton production .Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 26, 170-174, (in Chinese). 2010.
- ✓ Huang, J. and S. Jiang. 2011. Effect of six different acoustic frequencies on growth of cowpea (*Vigna unguiculata*) during its seedling stage. Agricultural Science and Technology, 12, 847-851, (in Chinese).
- ✓ Lirong, Q., T. Guanghui, H. Tianzhen, Z. Baoying, and L. Xiaona. 2014. Influence of Sound Wave Stimulation on the Growth Strawberry in Sunlight Greenhouse. HAL Id: hal-01055415 https://hal.inria.fr/hal-01055415.
- ✓ Meng, Q.W., Q. Zhou, Y. Gao and S. J. Zheng. 2011. Effects of acoustic frequency treatment on photosynthetic and chlorophyll fluorescence characters of tomato. Acta Agriculturae Jiangxi, 23, 57-59.
- ✓ Morgabizadeh, G. M., G. Fathi and A. Abdali. 2010. The effect of ultrasound and magnetic field on germination of weed. Proceedings of the Congress of Agronomy and plant Breeding. University of Agriculture and Natural Resources Ramin, Ahvaz. P. 560.
- ✓ Noroozi, H., A. Fateh, M. Farbod, K. Najafi Babadi and B. Ysephi. 2011. The effect of ultrasound and magnetic water on the germination of fennel. Shahid Chamran University Press. 22- 29.
- ✓ Poorakbar, L., R. Ashrafi and M. Asadi. 2010. The effect of magnetic field on the germination of black cumin seeds. Proceedings of the Congress of Science and Agronomy and Plant Breeding. Faculty of Science, University of Science, page 29-38.
- ✓ Reda. H., E. Hassanien, T. Z. Hou, Y. F. Li. and B. M. Li. 2013. Advances in Effects of Sound Waves on Plants. Journal of Integrative Agriculture. 10: 2095- 3119.
- ✓ Rochalska M. 2001. Frequent magnetic field as method of seeds vigor improvement. Proc. First Int. Conf. 'Agrolaser 2001', Lublin 26-28.09.2001, 167–168.

Archive of SID

www.SID.ir

- ✓ Shors J. D., D. R., Soll Daniels, D. P. Gibson. 1999. Method for enhancing germination. University of Iowa Research Foundation, assignee. US patent 5:950-362.
- ✓ Talebi, M., A. Tavakoli and J. Nikbakht. 2011. Effect of magnetic water irrigation on yield, yield components and water use efficiency beans. Zanjan University Press. Pages 12- 14.
- ✓ Wang B. C., X. Chen, Z. Wang, Q. Z. Fu, H. Zhou, and L. Ran. 2003. Biological effect of sound field stimulation on paddy rice seeds. Colloids and Surfaces (B: Biointerfaces), 32, 29-34.
- ✓ Xiaocheng, Y., D. jianping, and W. Bochu. 2007. Effects of different sound frequency on roots development of *Actinidia chinensis* plantlet, Journal of Chongqing University (Natural Science Edition). 30(11):72-74.
- ✓ Yaldagard, M., S. A. Mortazavi, and F. Tabatabaie. 2008. Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barley seed: optimization of method by the taguchi approach. Journal of the Institute of Brewing, 114(1): 14-21.
- ✓ Yu, S., S. Jiang, L. Zhu, J. Zhang, Q. Jin. 2013. Effects of acoustic frequency technology on rice growth, yield and quality. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 29: 145-146 (in Chinese).
- ✓ Zaki Dizaji, H., A. Mhmdnykbkht, S., Minaii and T. Tavakoli Hashchin. 2007. Non-destructive methods to measure the quality of agricultural products with emphasis on the ultrasound method. 17th Conference on Food Industry. Orumieh.
- ✓ Zhu, J. R., S. R. Jiang, and L. Q. Shen. 2011. Effects of music acoustic frequency on indoleacetic acid in plants. Agricultural Science and Technology, 12, 1749-1752, (in Chinese).

Archive of SID

www.SID.ir