



سازمان جهاد کشاورزی
استان تهران

گزارش نهایی طرح پژوهشی

بررسی امکان کاربرد امواج میکروویو کنترل علف‌های هرز زراعی و باغی

غالب استان تهران

هادی علی اکبریان

۱۳۹۹

عنوان گزارش فاز صفر: امکان سنجی اولیه تیمار ریزموجی علف‌های هرز و اثر آن بر زیست توده میکروبی خاک

عنوان گزارش فاز یک: طراحی و ساخت نمونه علف‌کش مایکروبی به همراه آنتن مورد نیاز، نهایی سازی سناریو تست‌ها

عنوان گزارش فاز دو: آماده سازی نهایی برای تست نمونه‌های خاک و علف هرز

چکیده گزارش:

افت کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی ناشی از حضور علف‌های هرز به به دلیل رقابت بالا با گیاه زراعی/ باغی بر سر نور، فضا، آب و اکسیژن ویژگی دگرآسیبی و مزاحمت در هنگام برداشت، همواره موردتوجه اساسی بوده است. در این گزارش، به‌عنوان مرحله پایانی، تأثیر تیمارهای اعمال‌شده بر روی جوانه‌زنی بذور علف هرز و نمونه‌های خاک ارائه‌شده است. آزمون‌های مختلفی ازجمله بر روی بذره‌های ارشته خطایی و خردل وحشی به‌عنوان دو علف هرز رایج و سخت کنترل در مزارع کلزا که به دلیل هم‌خانواده بودن با کلزا روش‌های دیگر بر روی کاهش تراکم آن‌ها مؤثر نیست انجام شد. آزمون‌های انجام‌شده در این پروژه و نتایج آن نشان از مؤثر بودن روش مایکروبی بر روی کاهش درصد جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز در دمای بیش از ۸۰ درجه سانتی‌گراد در اثر جذب تابش‌های مایکروبی بر روی آن دارد. در کنار این مساله سایر تحلیل‌های اقتصادی در مورد استفاده از این روش نیز در حد امکان شده است که البته بررسی‌های بیشتری را می‌طلبد. اندازه‌گیری‌های مفید الکترومغناطیسی بر روی خاک نیز در این گزارش بیان‌شده است.

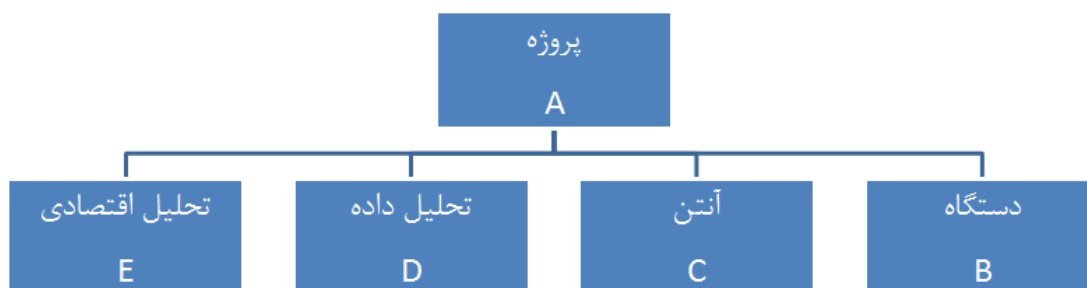
کلمات کلیدی

علف‌کش، مایکروبی MWK، آنتن هورن، بذر علف هرز، تابش مایکروبی، مشخصات خاک

۱. مقدمه

علف‌های هرز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معضلات حوزه کشاورزی در کشور ما و سایر کشورها مطرح بوده است. هدف از انجام پروژه حاضر بررسی یک‌راه کار غیر شیمیایی برای دفع علف‌های هرز به روش مایکروبیو یا ریزموج هست. در ادامه گزارش‌های پیشین، در این گزارش، که گزارش نهایی پروژه فعلی قلمداد می‌شود، به ارائه تست‌های انجام‌شده می‌پردازیم. به‌صورت کلی، پنج فعالیت اصلی را در این پروژه تعریف‌شده بود که در بازه زمانی اخیر، دو فعالیت نهایی یعنی انجام تست و تحلیل داده‌ها به همراه تحلیل اقتصادی این پروژه به انجام رسیده است. تهیه و تنظیم یک سیستم تنظیم اسناد و کنترل پروژه که بر اساس آن بتوان سیر پیشرفت فعالیت‌ها گزارش‌های به‌صورت مناسبی ارزیابی کرد نیز در انتهای پروژه ارائه‌شده است. نمای جدول (۱-۱) زیر پروژه‌های تقسیم‌شده در پروژه را نمایش می‌دهد.

جدول (۱-۱): شکست پروژه



زیر پروژه ساخت دستگاه علف‌کش

زیر پروژه ساخت آنتن

زیر پروژه تحلیل نتایج آزمایش‌ها و شبیه‌سازی‌ها

زیر پروژه تحلیل اقتصادی

در این گزارش، بیشتر به فعالیت‌های قسمت‌های E و D یعنی انجام تست‌ها و تحلیل نتایج به همراه تحلیل‌های اقتصادی ناشی از آن پرداخته‌شده است. در همین قسمت لازم به ذکر است که بر اساس زمان‌بندی‌های انجام‌شده، تست‌های انجام‌شده بر روی نمونه‌های بذر که در خردادماه دریافت شده بود، در مرکز تحقیقات علف هرز انجام گردیده است و یکی از علل به تأخیر افتادن و اشکال در تحلیل‌های دیتا مشکلات موجود در تست آن‌ها هست.

۲-۱- معضل علف هرز

از کل خساراتی که به محصولات کشاورزی می‌رسد ۴۵ درصد آن ناشی از علف‌های هرز، ۳۰ درصد ناشی از آفات، ۲۰ درصد ناشی از بیماری‌ها و ۵ درصد ناشی از سایر عوامل است. بنابراین خسارت ناشی از علف‌های هرز از آفات و بیماری‌ها بیشتر است. در کشورهای توسعه‌یافته و مناطق معتدل میزان این خسارت بین ۱۰ تا ۱۵ درصد کل محصول تخمین زده می‌شود. علف‌های هرز دارای قدرت تولید بذر زیاد هستند و به این ترتیب می‌توانند جمعیت بذر موجود در خاک را افزایش دهند. علف‌های هرز نسبت به گیاهان اصلی کم توقع‌ترند. به عبارت دیگر تحمل شرایط نامساعد در آن‌ها بالاست. این بذرها دارای عمر طولانی بوده و می‌توانند به خواب روند و قدرت جوانه‌زنی خود را برای مدت طولانی حفظ کنند.

این موجودات نیمه زنده می‌توانند مقدار قابل توجهی آب را که باید صرف رشد گیاهان زراعی شود، خد مصرف کنند. علف‌های هرز برای جذب مواد غذایی خاک قابلیت زیادی دارند. قدرت جذب اغلب آن‌ها قوی‌تر از گیاهان زراعی بوده و در ساختار خود می‌توانند مقدار زیادی مواد غذایی را ذخیره کنند. به طور مثال خردل وحشی نیتروژن و فسفر را چهار برابر گندم در ساختار خود ذخیره می‌کنند.

۳-۱- معضل سموم شیمیایی در علف هرز

ادامه فصل با یک جمله تأمل برنگیز و تأثیر گزار در خبرگزاری عصر ایران در سال ۹۴ آغاز خواهد شد. پی‌ام‌سی، نام طرحی است که از سوی وزارت بهداشت و با همکاری سازمان جهاد کشاورزی برای بررسی وجود سموم در محصولات پرمصرف کشاورزی اجرا شد. نتایج اما، نگران‌کننده بود. ۷ محصول پرمصرف کشاورزی، آلودگی بالایی دارند و این خطر بزرگی است که ۸۰ میلیون ایرانی را تهدید می‌کند. مطابق این بررسی‌ها ۱۰ درصد از نمونه‌های مورد آزمایش از نظر باقیمانده سموم کشاورزی بالاتر از حد مجاز شناسایی شدند. هرچند که رئیس سازمان حفظ نباتات به روند اجرایی این آزمایش‌ها انتقاداتی وارد کرده است ولی موضع آن قدر مهم بوده که سازمان تعزیرات حکومتی نیز خواستار تشکیل جلسه‌ای به منظور بررسی این موضع شده و از تمامی مسئولان مرتبط خواسته شده تا به منظور رفع مشکل در این جلسه شرکت کنند. از ۵۰۰۰۰۰ مورد مسمومیت در سال به دلیل عوامل آفت‌کش‌ها در سرتاسر جهان، ۲۰۰۰۰ مورد منجر به مرگ می‌شود. برخی از این آفت‌کش‌های شیمیایی و مصرف بی‌رویه آن‌ها توانی دارند تا بیش از ۵۰ درصد از خاک را سمی کرده و هرگز تا سال‌های سال تجزیه نمی‌شوند. جالب است بدانید در برخی از مشاهدات و تحقیقات علمی بیان شده است در برخی از میوه‌ها این سم‌ها ماندگار بوده و توسط پزشکان

توصیه شده برای جلوگیری از سرطان معده، تیروئید، ناقص شدن نوزادان و غیره این میوه‌ها کمتر مصرف شوند به دلیل اینکه هرگز با شست‌وشو از بین نرفته و در بافت محصول نفوذ می‌کند.

سؤال مهمی که در ذهن‌ها متبلور می‌شود این است، اگر این آفت‌کش‌ها و استفاده بی‌رویه آن به این شدت خطرناک هستند و می‌توانند آینده یک نوزاد معصوم را به بدترین شکل رقم بزنند، به چه دلیل تا این زمان از آن‌ها استفاده کرده و هرگز هیچ‌گونه اقدامی مؤثر برای جلوگیری از این مهم نشده است.

اگر گذری به تاریخچه آفت‌کش‌ها زده باشید، خواهید دید ترکیبات گیاهی و شیمیایی به‌عنوان آفت‌کش به هزاره پیش از میلاد بازمی‌گردد. در آن سال‌ها از ترکیبات و عصاره‌های طبیعی مثل نمک، عصاره تنباکو، فلفل قرمز و سایر مواد مشابه برای چنین هدفی استفاده می‌شد. تا سال‌های اخیر نفت نیز از فلزات سنگین و آرسنیک بدون منع خاصی و به‌صورت تجربی برای کنترل آفت‌ها و علف‌های هرز بکار گرفته می‌شدند. تعریف ساده‌ای از آفت و آفت‌کش‌ها بیان شده تا بیشتر این پاد و پادزهر رو بشناسید. آفت‌کش‌ها ترکیباتی طبیعی یا مصنوعی هستند که موجب دور شدن از آسیب خاک و یا از بین بردن آفات گیاهی یا نباتی می‌گردند و اما آفت‌ها موجوداتی هستند که به نحوی می‌توانند در اکوسیستم جانداران اثر سوء داشته باشند.

لازم به ذکر است تمامی مواردی که در زمینهٔ مضرات سموم و آفت‌کش‌های شیمیایی گفته می‌شود، به دلیل استفاده نادرست از این روش‌ها، عدم آگاهی از استانداردها است. کشاورزان بر این باور هستند که استفاده از هر نوع سم یا کود و مصرف آن‌ها به هر میزان می‌توان بهتر آفت‌ها را از بین برد و محصولات مطلوب‌تر و باکیفیت بالاتری نیز ارائه داد که البته این تصویری کاملاً اشتباه است. دلیل آن علم و دانش کم اکثر کشاورزان عزیزمان در زمینهٔ استفاده از آفت‌کش‌ها هست. همچنین در اکثر زمینه‌ها دیده شده که باید پیشرفت علم محسوس و چشمگیر باشد. بنابراین با در نظر گرفتن بهینه‌ترین شرایط باید راه‌حلی جایگزین یا در جهت کاهش آفت‌کش‌ها در نظر گرفت.

به‌عنوان مثال استفاده از کود فسفاتِ بالاتر از میزان استاندارد باعث می‌شود که نیترات و نیتريت باقیمانده ناشی از مصرف این کود در مواد گیاهی از جمله صیفی‌جات و سبزی‌ها زیاد شود و به همین دلیل نیز بدن ما نیترات و نیتريت بیشتری دریافت خواهد کرد. نیترات و نیتريت با حرارت دیدن تبدیل به نیتروزامین می‌شوند. نیتروزامین یک ماده سرطان‌زاست. اصطلاحاً به آن ماده کارسینوژن یا سرطان‌زا می‌گویند.



شکل ۱-۱: سم پاشی زمین های کشاورزی

در این فصل، بیشتر تأثیر آفت کش‌هایی مورد بررسی قرار خواهد گرفت که برای از بین بردن آفات خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشترین تمرکز کشور در اجرای کنترل آفت کش‌ها بر روی فراورده‌های زراعی و باغی پرمصرف مانند سیب‌درختی، سیب‌زمینی، خیار، گوجه‌فرنگی، کاهو برنج بوده است.

جمله زیر از رئیس سازمان حفظ نباتات و مخالفت ایشان با وزارت بهداشت در زمینه آفات جالب است:

رئیس سازمان حفظ نباتات کشور بیان کرده است: آزمایشگاه‌های مجهز برای پایش محصولات کشاورزی تا سیس شود بد نیست ولی اینکه از اصل موضوع که مبارزه با آفت‌ها و سموم غیرمجاز و استفاده از روش‌های غیر شیمیایی است غافل شویم امری پسندیده نیست، زیرا هر جا که بحث مبارزه بیولوژیک مطرح است یک پای مهم آن دولت است. و لذا اعتقاد داریم برای حفظ امنیت سفرهای غذایی باید بخشی از یارانه سلامت در بخش کشاورزی نیز هزینه شود. مبارزه با آفت‌ها از طریق روش‌های غیر شیمیایی هزینه‌های بالایی برای کشاورز دارد بنابراین اگر می‌خواهیم استفاده از روش‌های شیمیایی را حذف کنیم باید در این زمینه یارانه بدهیم. قطعاً برای رسیدن به فناوری و پیشرفت در هر زمینه‌ای تا زمانی که بودجه لازم جهت صحت سنجی و مدیریت عملکرد از طرف از دولت در نظر گرفته نشود، نمی‌توان به این مهم دست یافت. در هر صورت در ادامه به بررسی تأثیر مفید و مخرب در صورت استفاده نادرست از آفت کش‌ها بر روی خاک پرداخته خواهد شد.

کاربرد مواد شیمیایی مختلف، از جمله سموم یا آفت کش‌ها در خاک مزایای زیادی دارد. از جمله این مزایا می‌توان به دوام بیشتر، حفاظت در برابر اشعه ماوراءبنفش، کاربرد سریع، هزینه کارگری کم، تأثیر زیست‌محیطی مناسب و امکان هدف قرار دادن یک منطقه خاص اشاره کرد. در مقابل، کاربرد سموم در خاک مستلزم این است که آن ماده دارای خواص فیزیکی شیمیایی خاصی باشد، بنابراین تعداد معدودی از سموم برای مصرف در خاک مناسب هستند. علاوه بر این، کاربرد سموم در خاک به تکنیک خاص و زمان‌بندی مصرف نیاز دارد. این موارد تحت تأثیر روابط خاک و آب، مجموعه خاک گیاه هوا و نحوه

حرکت سموم همراه آب موجود در خاک قرار دارند . مقدار موردنیاز سم بستگی به هدف کاربرد آن دارد به‌طورکلی سموم به دو منظور در خاک مصرف می‌شوند :

الف) تیمار خاک ، که جهت کنترل علف‌های هرز ، آفات و بیماری‌های خاکزاد انجام می‌گیرد .

ب) تیمار محصول ، که سم جذب ریشه‌ها می‌شود و این مواد به‌طور سیستمیک گیاهان را در برابر آفات و بیماری‌های هوازاد (روی اندام‌های هوایی) حفاظت می‌نماید .

این دو رهیافت دارای خواص مشترک و اختلافاتی می‌باشند . تجهیزات لازم در هر دو مشابه است ، اما زمان‌بندی مصرف سم در آن‌ها متفاوت است . غالباً کاربرد سموم در خاک یک تیمار پیشگیری است که عملاً محصول را از خطرات بالقوه ، یعنی آفات و بیماری‌های که ممکن است محصول را تهدید نماید ، حفاظت می‌کند . در این مورد شرایط اقلیمی و عوامل کنترل‌کننده رشد و نمو آفت ، بیماری و یا علف هرز با کارایی سم مورد استفاده تداخل پیدا می‌کند . بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر کاربرد سموم در خاک در خصوص تصمیم‌گیری برای مصرف این مواد ضروری است . در اینجا به‌اختصار در مورد روابط خاک‌آب گیاه بحث می‌شود . خاک از ذرات جامد سنگ‌های کوچک ، ذرات معدنی و مواد آلی تشکیل شده است . نسبت ذرات با اندازه‌های مختلف بافت خاک را تعیین می‌نماید . فضای خالی بین ذرات خاک تخلخل یا خلل و فرج خاک نامیده می‌شود که اساساً شامل حفره هست . وقتی خاک به نقطه اشباع می‌رسد همه خلل و فرج خاک با آب پر می‌شوند . این حالت پس از بارندگی سنگین یا بارندگی طولانی و یا آبیاری اضافی مزارع رخ می‌دهد . گیاهان می‌توانند آب موجود در حفرات کوچک با اندازه قطر بین ۶۰ تا ۲۰ میکرومتر را جذب نمایند . آب موجود در این حفرات را در اصطلاح آب در دسترس گیاه می‌نامند . زمانی که همراه این حفرات از آب تخلیه شوند ، خاک به نقطه پژمردگی دائم رسیده است . مقدار آب در دسترس گیاه اساساً به بافت خاک بستگی دارد . خاک‌های شنی که نسبت بالایی از ذرات درشت دارند اساساً حفرات بزرگی را می‌سازند ، درحالی‌که خاک‌های رسی با داشتن نسبت بالایی از ذرات کوچک اساساً حفرات کوچک و ریز را می‌سازند . نتیجه اینکه خاک‌های شنی اشباع مقدار زیادی از آب را به‌واسطه زهکشی از دست می‌دهند ، زیرا که بالغ بر ۲۹ درصد حجم کل این خاک از حفرات درشت تشکیل شده است . در مقابل در خاک‌های رسی فقط ۶ درصد حجم کل خاک از حفرات درشت تشکیل شده است اما ۲۲ درصد آن از حفرات ریز درست شده است . در مجموع بهترین شرایط برای رشد گیاه در خاک‌های لومی که ۲۹ درصد آن را حفرات کوچک تشکیل می‌دهد وجود دارد.

۲-۱- روش دیگر: استفاده از امواج مایکروویو

آنچه در این گزارش، در ادامه بیان خواهد شد در راستای پیشنهاد استفاده از روشی جایگزین یا مکمل به نام امواج مایکروویو است. که تاریخچه آن به صورت مختصر توضیح داده می‌شود. یکی از رویکردهای جدید برای کنترل و کاهش استفاده از علف‌کش‌ها، استفاده از امواج الکترومغناطیس است. از اولین مطالعه کنندگان در این بین بردن قدرت جوانه‌زنی بذر با استفاده از ریزموج دیویس در سال ۱۹۷۳ بود. دیویس نشان داد که صدمه به بذر به میزان رطوبت و انرژی جذب‌شده در هر بذر بستگی دارد [۲]. در سال ۱۹۹۶ آقای نلسون اثبات کرد که نمی‌توان بذر درون خاک را به صورت انتخابی گرم کرد [۳]. روش دفع علف‌های هرز توسط ریزموج، روشی مبتنی بر گرم کردن خاک به منظور از بین بردن قدرت جوانه‌زنی بذرهای موجود در خاک و خالی کردن بانک بذر علف‌های هرز موجود در خاک است. از این روش قبل از کاشت محصول و یا در فصل آیش می‌توان بهره برد [۴]. از سال ۲۰۰۷ تا سال ۲۰۱۷ نیز آقای گراهام برودی^۱ مقالات متعددی مرتبط با این موضوع را ارائه کرده است. که در مرجع [۵] تعدادی از این گزارش‌های مرور شده است. یکی از مواردی که در این روش باید حتماً مورد توجه قرار بگیرد. تأثیر این امواج بر خاک است. یکی از پارامترهای مهم خاک زیست‌توده میکروبی آن است^۲. زیست‌توده میکروبی بقایای بوته‌های گیاهی، فضولات حیوانی و مواد آلی خاک را به منظور نشر کربن دی‌اکسید و مواد مغذی گیاهان تجزیه می‌کند و بسیاری از خواص خاک از جمله PH، رسی بودن^۳ و در دسترس بودن کربن آلی، همگی تحت تأثیر مقدار زیست‌بوم میکروبی هستند [۶]. برودی اثبات کرده است که اگرچه این روش بر جمعیت باکتری‌های خاک مؤثر است و آن‌ها را کاهش می‌دهد با این حال این باکتری‌ها قابلیت بازیابی خود را از لایه‌های زیرین طی مدت یک‌ماهه رادارند [۷]. علاوه بر این آزمایش‌ها نشان داده است که بذر برنج، گندم و کلزا در خاک تیمار شده توسط امواج ریزموج عملکرد بهتری را نسبت به خاک معمولی (تیمار نشده دارند) [۸ و ۹]. در این مقاله اثر امواج ریزموج بر دو علف هرز فالاریس حساس^۴ و یولاف وحشی مقاوم^۵ و همچنین تأثیر این امواج بر زیست‌توده خاک بررسی شده است.

^۱ Graham Broodi

^۲ Microbial biomass

^۳ clay

^۴ Phalaris spp

^۵ Avena fatua

مبانی روش، شبیه‌سازی و طراحی دستگاه مورد استفاده ما در این روش در سه گزارش قبلی به صورت مفصل توضیح داده شده است. در این گزارش در ادامه، تأثیر تابش الکترومغناطیس بر روی خواص نمونه‌های خاک بررسی شده است. سپس چیدمان اندازه‌گیری ثابت دی‌الکتریک خاک ارائه و گزارش شده است. در ادامه مهم‌ترین قسمت گزارش یعنی اثر تابش تشعشعات مایکروویو بر روی نمونه‌ای علف هرز با اعمال تابش و سپس کاشت نمونه‌ها گزارش شده است. در نهایت، بررسی‌های اقتصادی در مورد امکان بکارگیری روش نیز انجام گردیده است.

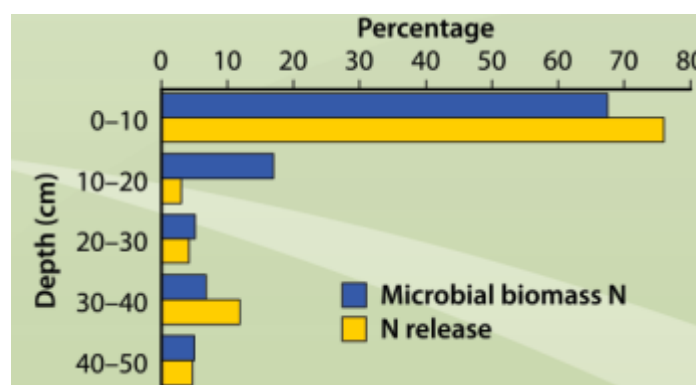
۲. بررسی و اندازه‌گیری اثرات امواج میکروویو بر روی گونه‌های خاک

۲-۱- مقدمه و هدف

در این قسمت از سند به بررسی گزارش‌های و نتایج تست امواج ریزموج بر روی نمونه‌های خاک و بر مواد مفید آن (مثل زیست‌توده میکروبی) می‌پردازیم. بر اساس مطالعاتی که در گزارش ارسالی مقدماتی انجام گرفته است و تست‌هایی که پیش‌تر توسط گروه انجام گرفته بود، آزمایش بر روی نمونه‌های خاک نشان داد که با بالا رفتن دمای خاک تا ۷۶ درجه سلسیوس مقدار زیست‌توده میکروبی کاهش می‌یابد. که البته این زیست‌توده قابلیت بازسازی خود را به‌وسیله لایه‌های پایین‌تر خاک دارد.

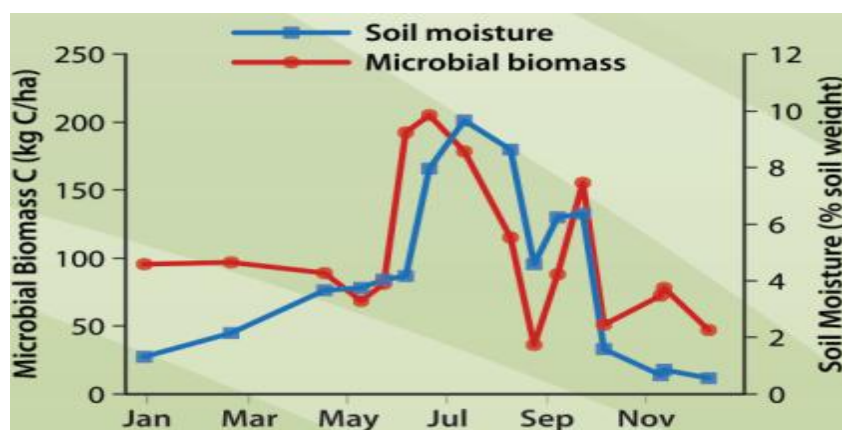
۲-۲- تأثیر امواج میکروویو بر پارامترهای شیمیایی خاک و عوامل مؤثر بر زیست‌توده میکروبی

از موارد حائز اهمیت در مدیریت و کنترل علف‌های هرز می‌توان به تغییرات خواص شیمیایی یا بیولوژی خاک اشاره کرد. یکی از مهم‌ترین عامل بایومس است. زیست‌توده میکروبی عمدتاً شامل باکتری‌ها و قارچ‌های است که بقایای محصولات و مواد آلی در خاک را تجزیه می‌کند. این فرایند مواد مغذی مانند نیتروژن را به خاک می‌رساند که برای جذب گیاه می‌توان مهم باشد. حدود نیمی از زیست‌توده میکروبی تا عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک قرار دارد و انتشار مواد مغذی نیز اکثراً در این ناحیه اتفاق می‌افتد.



شکل ۲-۱: مقدار زیست‌توده میکروبی N در عمق‌های مختلف خاک و کاهش آن با افزایش عمق خاک

زیست‌توده‌های میکروبی تحت تأثیر عواملی شامل تغییرات آب، میزان کربن خاک، اقلیم نوع خاک و شرایط مدیریتی هست. خاک‌های دارای رس بیشتر، عموماً زیست‌توده میکروبی بیشتری دارند، زیرا حاوی آب بیشتری بوده و اغلب دارای کربن آلی بیشتری هستند. PH خاک نزدیک به ۷ برای زیست‌توده‌های میکروبی مناسب‌تر است. مدیریت باقی‌مانده‌های محصول بر روی زیست‌توده میکروبی تأثیر می‌گذارد، زیرا آن‌ها یکی از اشکال اولیه کربن آلی و مواد مغذی مورد استفاده در زیست‌توده میکروبی هستند. حفظ کردن باقی‌مانده محصولات به‌جای سوزاندن آن‌ها یک ابزار عملی برای افزایش زیست‌توده میکروبی در خاک به‌وسیله افزایش مقدار کربن آلی موجود در آن‌هاست. ازجمله خواصی از خاک که در زیست‌توده میکروبی مؤثرند می‌توان به رسی بودن خاک، PH خاک و کربن آلی اشاره کرد.



شکل ۲-۲: مقدار زیست‌توده میکروبی در غرب استرالیا و رابطه مستقیم آن با رطوبت

بنابراین می‌توان گفت زیست‌توده میکروبی اندازه‌گیری مقدار یا حجم موجود زنده مواد آلی خاک است. زیست‌توده میکروبی بقایای بوته‌های گیاهی، فضولات حیوانی و مواد آلی خاک را به‌منظور نشر کربن دی‌اکسید و مواد مغذی گیاهان تجزیه می‌کند.

۲-۳- تأثیر امواج ماکروویو بر خاک کشاورزی مطابق با نتایج تجربی

خواص خاک خشک همراه با نوع آن اهمیت زیادی در کشاورزی دارد. خاک خواص فیزیکی، شیمیایی و همچنین الکتریکی دارد. رنگ، بافت، دانه و غیره شامل خواص فیزیکی می‌شود. مواد مغذی، مواد آلی، pH و غیره شامل خواص شیمیایی و خواص الکتریکی شامل ثابت دی‌الکتریک، هدایت الکتریکی و نفوذپذیری هست. خواص الکتریکی خاک در فصل‌های گذشته

مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج آن به صورت تجربی موجود هست. برای امواج ماکروویو درک ثابت دی الکتریک مهم ترین ویژگی الکتریکی برای خاک خشک است. با این وجود به علت وابستگی ثابت دی الکتریک به ترکیبات فیزیکی و ترکیب شیمیایی خاک، بررسی تغییرات آن با ترکیبات فیزیکی و ترکیب شیمیایی مورد نیاز است. باید در نظر داشت با تغییر پارامترهای همچون رطوبت خواص خاک چه تغییری می کند. خاک ترکیبی از مواد آلی و غیر آلی، آب و هوا است. مقدار نسبی هوا و آب در حال حاضر بستگی به نحوه کنار هم قرار گرفتن ذرات خاک دارد. بافت خاک با درصد شن، ماسه و رس در آن مشخص می شود.

۴-۲ روند انجام آزمایش مایکروویو بر روی خاک

بعد از آنکه با خاک های مختلف، مقدار رطوبت و فرکانس های گوناگون به اندازه پارامترهای الکتریکی خاک پرداخته شد، در مرحله بعد بررسی تأثیر امواج ماکروویو بر روی زیست توده میکروبی و تنفس میکروبی انجام شده است. بنابراین لازم است توضیحاتی در مورد مکان آزمایش و خاک مورد استفاده بیان شود. این آزمایش در آزمایشگاهی از دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی و برای جمع آوری نمونه های خاک آن از باغ های موجود در محیط این دانشگاه استفاده شده است. در ظروف خاص خاک ها به مکان مورد آزمایش انتقال داده شده است. تمامی شرایط یک محیط استاندارد برای آزمایش انجام شده است. آزمایش در دو رطوبت مختلف به ترتیب ۲۱ و ۶۱ درصد و با یک دستگاه مایکروویو در دماهای ۶۰ الی ۹۰ درجه سانتی گراد انجام شده است. برای اندازه گیری دما از حس گر ترموکوپل و برای رطوبت از حس گر رطوبت سنج استفاده شده است. از میکروکنترلر آردوینو جهت اندازه گیری و نمایش مقدار دما و رطوبت خاک استفاده شده است.



شکل ۲-۳: نحوه استفاده از حس گر دما و رطوبت

توان ماکروویو با استفاده از اجاق ماکروویو بر روی خاک اعمال شد. از مزیت‌های آن می‌توان به چرخانده شدن ظرف خاک اشاره کرد، به دلیل آنکه به صورت یکسان توان بر روی خاک اعمال شده است. توان اجاق ماکروویو یکسان بوده و برای آنکه نتایج در دماهای مختلف مشاهده شود.



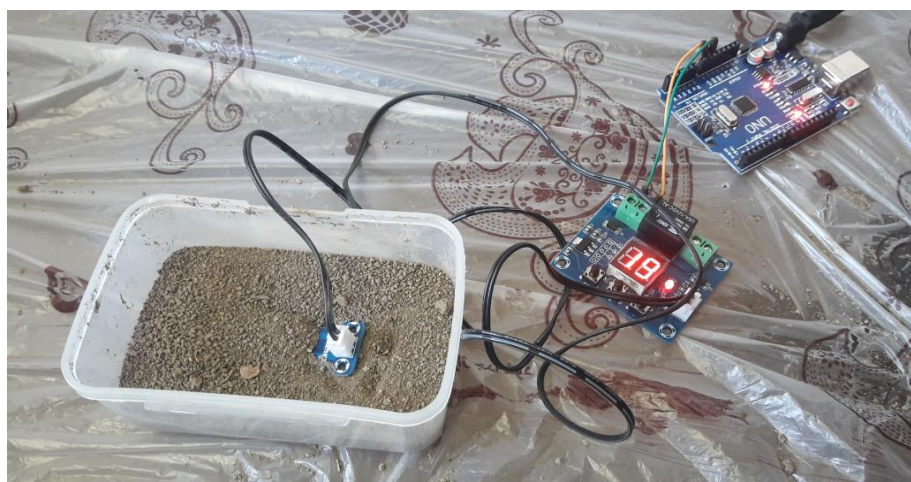
شکل ۲-۴: نمایی از قرار دادن نمونه خاک در اجاق ماکروویو جهت افزایش دما

زمان تاباندن امواج ماکروویو کنترل شده است. کوتاه‌ترین زمان برای رسیدن به دمای ۶۰ درجه تنظیم شده است. با توجه به حساسیت موضوع چندین مرتبه نتایج به دست آمده تست شد و در نهایت نتایج مناسب با دماهای درست به دست آمده است. بنابراین زمان‌های به دست آمده به صورت تجربی به دست آمده است.



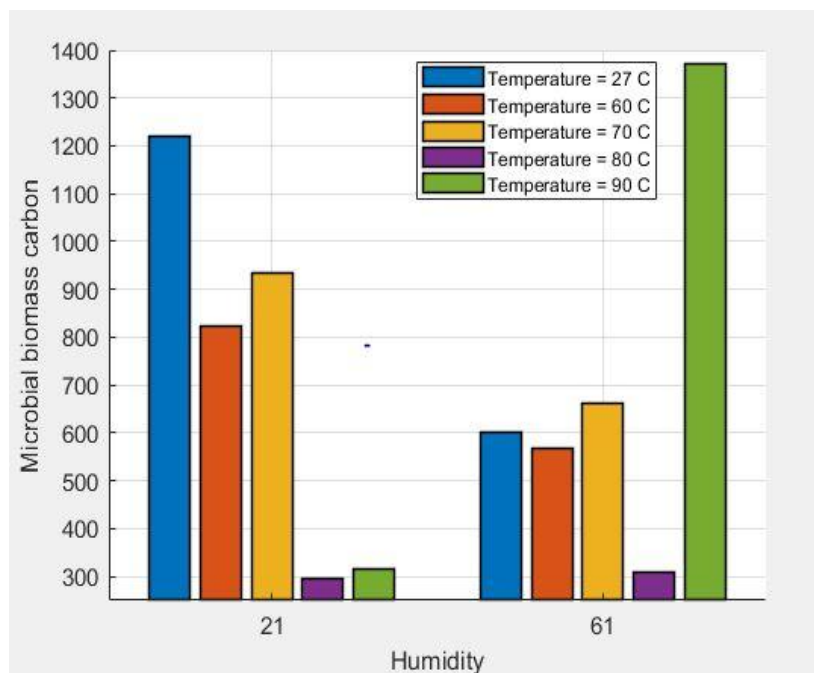
شکل ۲-۵: نمایش مقدار دما پس از قرار دادن در اجاق ماکروویو

همان‌طور که در قسمت قبل بیان شده است، خاک‌های نمونه را در محیط آزمایشگاه آورده و به میزان یکسان در ظرف‌های مخصوص قرار داده شده است. شرایط تست در دو رطوبت و پنج دمای مختلف برقرار است. دماهای ۲۷، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد و مقدار رطوبت ۲۱ و ۶۱ درصد خاک؟ برای شرایط آزمایشگاه در نظر گرفته شده است. رطوبت‌سنج را درون خاک خشک قرار داده و با توجه به مقدار اولیه آن، توسط قطره‌چکان به آن مقداری آب اضافه شده تا مقدار رطوبت به ۲۱ درصد برسد. سپس ظرف را درون اجاق ماکروویو قرار داده و به آن اجازه داده شده تا به مقدار لازم توان ماکروویو اعمال شود. به محض بیرون آوردن ظرف، دمای اولیه آن اندازه‌گیری شده است. مطابق با این رفتار برای سایر دماها آزمایش تکرار شده است. سپس مقدار رطوبت را به ۶۱ درصد رسانده و تمامی این مراحل تکرار شده است. نمونه‌های آزمایش شده در موسسه تحقیقات آب و خاک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

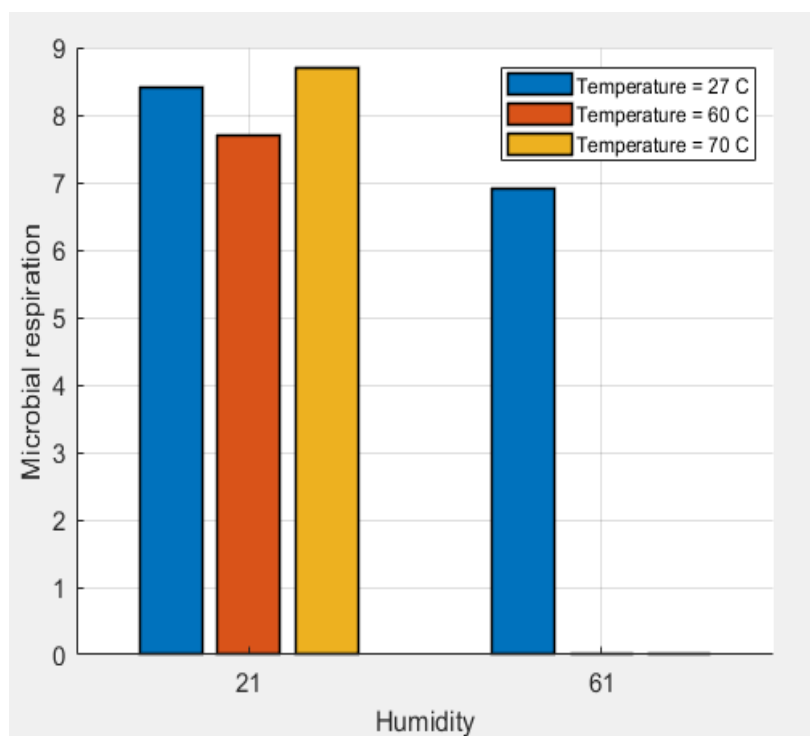


شکل ۲-۶: افزایش رطوبت خاک و اندازه‌گیری آن توسط حس‌گر رطوبت

نتایج دریافت شده از تغییرات تنفس میکروبی و زیست‌توده میکروبی خروجی این آزمایش‌ها که توسط همکاران موسسه تحقیقات آب و خاک واقع در کرج اندازه‌گیری شده است در شکل‌های زیر آورده شده است. مطابق با نتایج به دست آمده، با افزایش رطوبت، افزایش زیست‌توده میکروبی رخ داده است. این امر منجر به چه می‌شود؟ خوب است یا بد؟



زیست توده میکروبی بعد از تشعشع در دماهای مختلف بر حسب (µg/gsoil)



زیست توده میکروبی بعد از تشعشع در دماهای مختلف بر حسب (CO₂/gsoil/t)

شکل ۷: نمودار اثر امواج بر حسب گرمایش های مختلف

جدول ۱-۲ نتایج بررسی پارامترهای شیمیایی خاک کشاورزی تحت تأثیر امواج ماکروویو

تنفس میکروبی	کربن زیست توده میکروبی	دما (درجه سانتی‌گراد)	
۸,۴۱	۱۲۲۱,۸	۲۷	خاک نوع ۱ با رطوبت ۲۱ درصد
۷,۷۵	۸۲۲,۳	۶۰	
۸,۷۴	۹۳۳,۱	۷۰	
۰	۲۹۸,۸	۸۰	
۰	۳۱۵,۱	۹۰	
۶,۹۸	۶۰۲,۸	۲۷	خاک نوع ۲ با رطوبت ۴۱ درصد
۰	۵۶۸,۱	۶۰	
۰	۶۶۲,۱	۷۰	
۰	۳۰۹,۷	۸۰	
۰	۱۳۷۱,۳	۹۰	

شماره: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳ تاریخ: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳ پیوست:		به نام خدا وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی موسسه تحقیقات خاک و آب		
☐ کود زیستی پودری ☐ کود زیستی مایع		☒ خاک ☐ باکتری		تاریخ تحویل نمونه به بخش:
نام متقاضی:		نوع نمونه:		

شماره نمونه	مشخصات نمونه	کربن زیست توده میکروبی $\mu\text{g/gsoil}$	تنفس میکروبی $\text{CO}_2(\text{mg/gsoil/t})$
۱	S-T0H2(21%)	۱۲۲۱/۸	۸/۴۱۵
۲	S-T60H2(21%)	۸۲۳/۳۶	۷/۷۵۵
۳	S-T70H2(21%)	۹۳۳/۱۵	۸/۷۴۵
۴	S-T80H2(21%)	۲۹۶/۸	۰
۵	S-T90H2(21%)	۳۱۵/۱۵	۰
۶	S-T0H1(61%)	۶۰۲/۸۹	۶/۹۸۵
۷	S-T60H1(61%)	۵۶۸/۱۵	۰
۸	S-T70H1(61%)	۶۶۲/۱	۰
۹	S-T80H1(61%)	۳۰۹/۷	۰
۱۰	S-T90H1(61%)	۱۳۷/۱۳	۰

توضیحات:

- آزمایشات فوق بنا بر درخواست متقاضی روی نمونه های تحویلی انجام و در قبال استفاده از این نتایج موسسه تحقیقات خاک و آب هیچگونه مسئولیتی ندارد.
- نتایج مربوط به نمونه ارسالی بوده و قابل تعمیم به سایر نمونه هایی از این نوع و یا سایر تولیدات شرکت تولید کننده نمی باشد.
- بدون امضاء فاقد اعتبار است

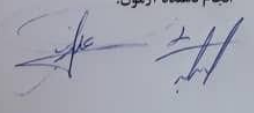
امضاء رییس بخش:

۹۹, ۲, ۲۵

مسئولی آزمایشگاه:



انجام دهنده آزمون:



شکل ۸: گزارش دریافت شده از نتایج خاک

۳. انجام تست بر روی نمونه‌های علف هرز و نتایج آن

۳-۱ مقدمه

این فصل به ارائه سناریوی تست و نحوه تست‌های تابش مایکروویو به بذرهای علف هرز پرداخته و نتایج آن ارائه خواهد شد. در علم کشاورزی یکی از مهم‌ترین مباحث، بررسی فرایند جوانه‌زنی، رشد و تکثیر علف‌های هرز است. لذا تحقیق و بررسی در این مورد بسیار حائز اهمیت است و اعمال روش‌هایی که بتواند سبب کاهش جوانه‌زنی، رشد و تکثیر علف‌های هرز شود، تأثیر بسزایی در افزایش بهره‌وری و عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد. در این آزمایش قصد بر این است که از طریق تاباندن امواج ماکروویو به بذر علف‌های هرز رایج در زمین‌های کشاورزی ایران، فرایند جوانه‌زنی آن‌ها مختل شود؛ درواقع، بر اثر تابش امواج ماکروویو بذر علف‌های هرز قابلیت جوانه‌زنی خود را از دست خواهند داد و این موضوع باعث کاهش تراکم آن‌ها می‌گردد. نمونه‌های بذری که در معرض امواج ماکروویو قرار گرفتند، برای نزدیک‌تر بودن شرایط آزمایش به شرایط زمین‌های کشاورزی، به همراه مقداری خاک در رطوبت‌ها و تا رسیدن به دماهای خاص مورد آزمایش قرار گرفتند.

۳-۲ ابزار آزمایش

علاوه بر ابزار آزمایشگاهی که قبلاً ساخته شده بود و همچنین مایکروفرهای موجود در دانشگاه، دستگاه جدید دیگری نیز در دانشگاه صنعتی خواجه نصیر ساخته شده است که در گزارش پیشین به صورت کامل توضیحات آن داده شده است. در این تست از ابزار مایکروویو جدید ساخته شده نیز بهره برده شده است که شکل آن در شکل ۳-۱ ارائه شده است. و البته تصویر متحرک (فیلم) استفاده از آن در لینک <https://www.aparat.com/v/eqJOc> قابل مشاهده است.

۳-۳ شرح آزمایش

از لحاظ بررسی اثر امواج ماکروویو بر روی جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز در طول اعمال تیمارها سعی شد که انرژی منتقل شده به بذرها را متفاوت باشد ولی با توجه به این‌که عنوان تشعشعی آنتن و دستگاه مشخص است، تفاوت در انرژی منتقل شده به بذرها را از طریق تفاوت در مدت زمان در معرض تشعشع قرار گرفتن بذرها ایجاد شد تا بتوان دماهای مختلف به بذور علف‌های هرز برسد. همان‌طور که گفته شد در این پژوهش متداول‌ترین علف‌های هرز مزارع کلزا که برای کنترل آن‌ها با چالش مواجه

هستیم و به دلیل هم‌خانواده (تیره) بودن با گیاه کلزا امکان کنترل شیمیایی آن‌ها میسر نیست انتخاب گردید. که شامل ارشته خطایی و خردل وحشی بود. با توجه به خطاها و مشکلات مربوط به فرایند آزمایش بذور در ۴ تکرار ، هر تکرار حاوی ۲۵ تا ۳۰ بذر در نظر گرفته شدند.



شکل ۳-۱: ستاپ بکار گرفته‌شده در باغ روبروی دانشگاه مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

دماهایی که باید موردبررسی قرار می‌گرفت شاهد بدون تیمار نگهداری در دمای اتاق، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ درجه سانتی‌گراد بود. یکی از مشکلاتی که در کل فرایند آزمایش وجود داشت و گاهی منجر به ایجاد خطا در آزمایش می‌شد، مربوط به فرایند دماسنجی و نوع دماسنج انتخابی بود. در ابتدا از دماسنج دیجیتالی استفاده می‌شد که به دلیل عمق کم خاک نمونه‌ها، خطای زیادی داشت. سپس از دماسنج لیزری استفاده شد که این دماسنج هم به دلیل این‌که فقط دمای سطح را نشان می‌داد چندان مورد اعتماد نبود. لذا درنهایت از ترموکوپل تعبیه‌شده در مولتی متر استفاده گردید که به‌مراتب دقت بیشتری داشت و به‌این ترتیب در طول آزمایش از این دماسنج استفاده شد.



شکل ۳-۲: استفاده از ترموکوپل مولتی متر برای اندازه گیری دمای نمونه ها

یکی دیگر از مشکلاتی که در آزمایش مربوط به خاک خشک این بود که وقتی ۴ نمونه ای که شرایط یکسان داشتند در داخل ماکروویو قرار می گرفت، پس از پایان فرایند آزمایش به رغم داشتن شرایط یکسان و شرایط تشعشع برابر، نمونه ها دارای دماهایی با اختلاف ۵ الی ۶ درجه بودند. به همین خاطر تکرار نای مربوط هر تیمار به حالت را جداگانه در ماکروویو قرار گرفت. از مزایای ماکروویو چرخش صفحه گردن بود که منجر می شد امواج به طور یکسان و یکنواخت به تمام بخش نای یک نمونه بتابد. در طول آزمایش به منظور دستیابی به زمان لازم برای رسیدن به دماهای مورد نظر، پس از زمان سنجی تا رسیدن به آن دما، با استفاده از جعبه ابزارهای تعبیه شده در MATLAB به طور دقیق زمان لازم برای هر خاک، برای رسیدن به دمای مورد نظر مشخص شد.

در مرحله بعدی آزمایش در موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، گلخانه تحقیقاتی و اتاقک رشد بخش تحقیقات علف های هرز، انجام شد، پس از آماده سازی نمونه ها، ابتدا به سراغ کاشت بذر نای شلمی رفتیم. برای کاشت، ابتدا آن ها را توسط الک، از خاکی که در آن تحت امواج ماکروویو مورد آزمایش قرار گرفته بودند، جدا کردیم. با توجه به اندازه و شکل این بذر، جداسازی دستی آن ها از خاک به نسبت ساده و قابل اجرا بود. از هر نمونه از خاک ۱۰ عدد بذر که نسبت به بقیه سالم تر و از نظر اندازه بزرگ تر بودند انتخاب شدند. سپس برای از بین بردن پوشش محافظ بذرها، آن ها را اسید شویی کردیم. در قسمت اسید شویی بذرها،

۱۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۹۶ درصد را در داخل بشر ریخته و بذر نای هر یک از تیمارها را به آن اضافه کردیم و برای مدت یک دقیقه در این شرایط نگه داشته و سپس بذر را شستشو دادیم. پس از شستشو، پوشش محافظ بذر نای شلمی از بین رفته و در اثر تأثیر اسیدسولفوریک پوسته بذر به رنگ سیاه تغییر رنگ داد.



شکل ۳-۳: بذر ارشته ی خطایی

پس از اسید شویی بذر نای شلمی، با توزیع مناسبی بذور کشت و به میزان کافی آبیاری شدند. سپس، آنها را به اتاقک رشد منتقل کرده و برای نگهداری در اتاقک‌هایی با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰ درصد (شرایط مساعد جوانه‌زنی) قرار دادیم.



شکل ۳-۴: محل نگهداری نمونه‌ها در اتاقک رشد

از آنجایی که شکل بذرهای ارشته ی خطایی و گل جالیز بسیار شبیه به دانه نای خاک بوده و جداسازی آن‌ها حتی توسط میکروسکوپ زمان‌بر و تا حدودی غیرممکن به نظر می‌آمد، تصمیم بر آن شد که این بذرها در همان نمونه‌های خاکی که در آن مورد آزمایش قرار گرفتند، کاشته شوند. برای این منظور ابتدا به تمامی نمونه‌ها تا اندازه‌ای که تمام خاک آن‌ها مرطوب شود، آب اضافه کرده و سپس آن‌ها را در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت.



شکل ۳-۵: بذر گل جالیز (راست)، بذر ارشته ی خطایی (چپ)



شکل ۳-۶: محل نگهداری نمونه‌های ارشته ی خطایی و گل جالیز

۴-۳- دو دسته آزمایش انجام شده

تست‌های بر روی علف هرز در دو بازه مختلف انجام شده است. بار نخست در تابستان سال ۹۹ و بار دیگر در پاییز ۹۹. در بار نخست، نتایج تست‌ها، که در جدول ۳-۱ گزارش شده است، به علت عدم جوانه‌زنی نمونه‌های شاهد مناسب برای گزارش نبوده است. در بار نخست در مجموع ۱۲۰ نمونه تست تولید گردید. لذا در بار دوم تست‌ها بر اساس نمونه‌های مناسب‌تری که قابلیت جوانه‌زنی بهتری داشتند تکرار گردید که در جدول ۳-۲ ارائه شده است. در بار دوم در مجموع ۸۰ نمونه تست ایجاد شد.

جدول ۳-۱: تست‌های انجام شده در بار نخست

رطوبت	تکرار	دما	کد	بذر
H_1	R_1	t_0	Ar	ارشته خطایی
H_2	R_2	t_{60}	Sh	شلمی
	R_3	t_{70}	GJ	گل جالیز
	R_4	t_{80}		
		t_{90}		

جدول ۳-۲: تست‌های انجام شده در بار دوم

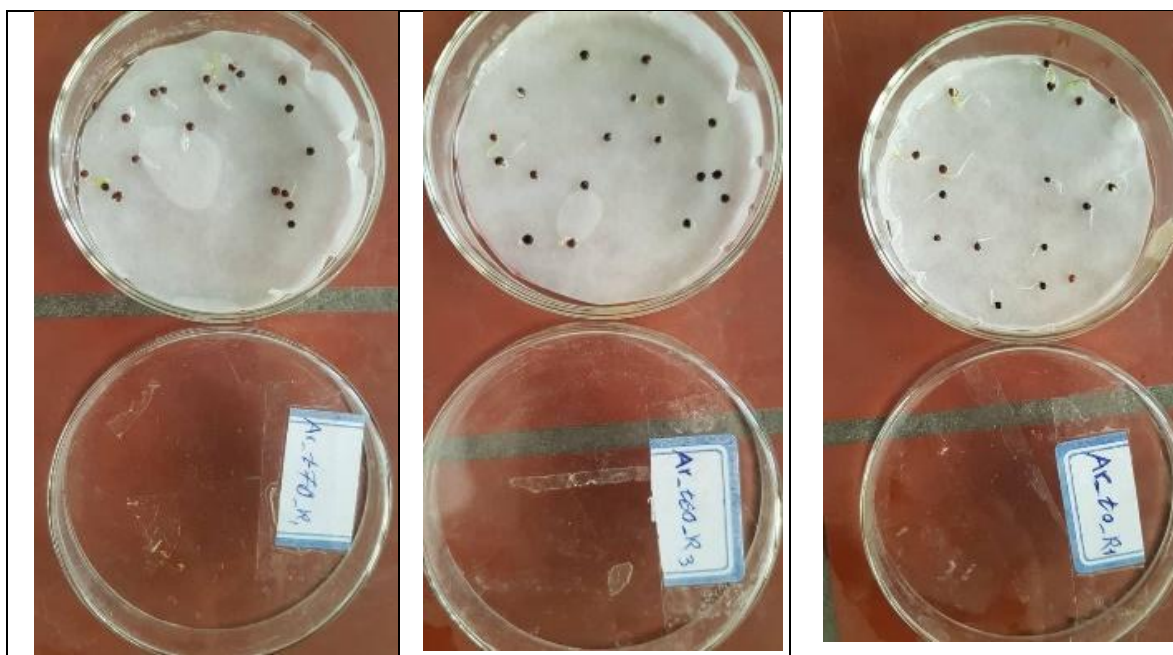
تکرار	دما	کد	بذر
R_1	t_0	Ar	ارشته خطایی
R_2	t_{60}	Sh	خردل وحشی
R_3	t_{70}		
R_4	t_{80}		
	t_{90}		

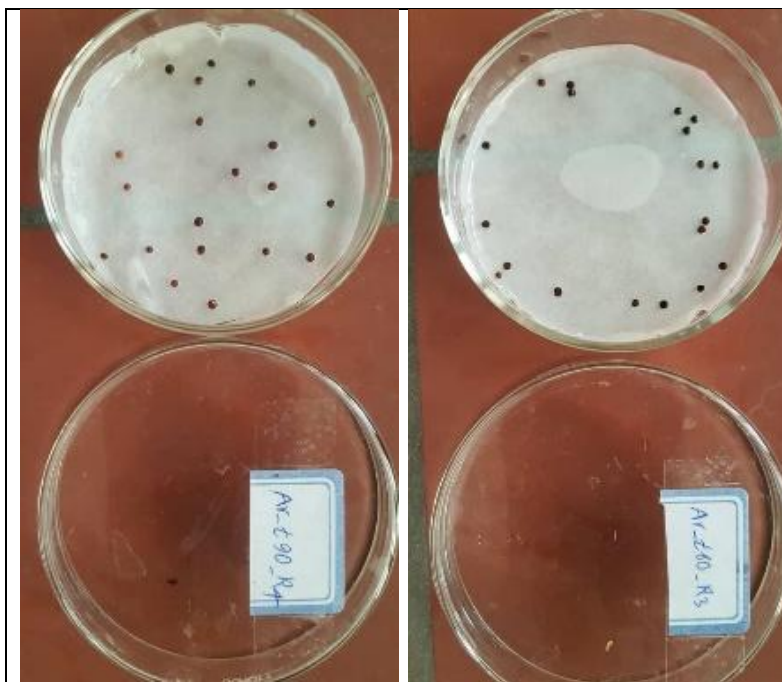
۴. نتایج تست‌های علف‌هرز



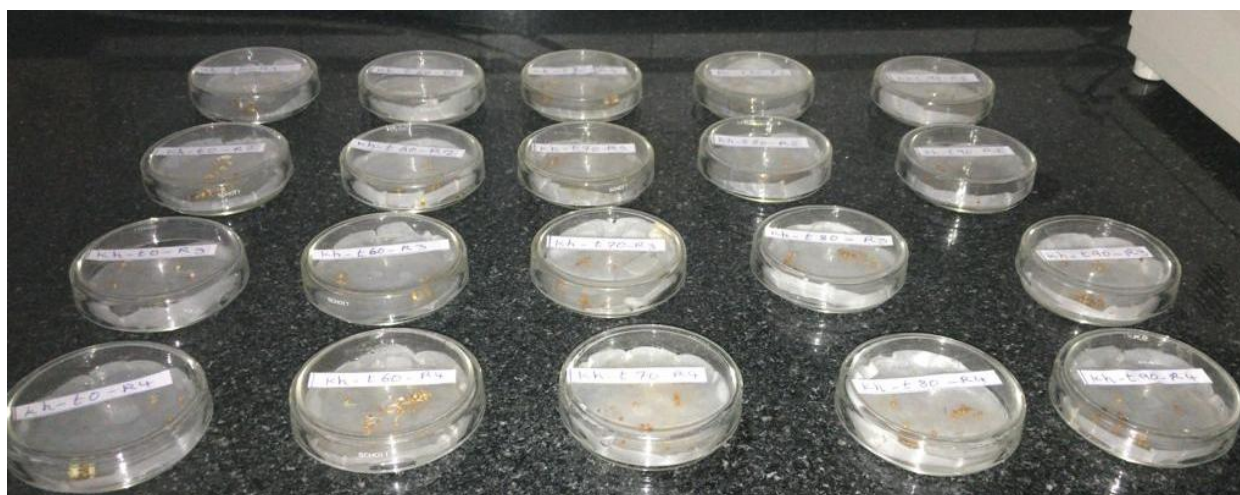
شکل ۴-۱: عدم رویش یکنواخت بذور ارشته و شلمی در گلدان‌های شاهد

پس از گذشت حدود یک ماه از اعمال تیمارهای دمایی و کشت در گلدان متأسفانه رویش یکنواختی در تیمارهای شاهد بدون اعمال تیمار برای بذور گیاهان ارشته خطایی و شلمی ایجاد نشد. لذا امکان محاسبه درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد و نتیجه‌گیری وجود نداشت (شکل ۴-۱). این امر منجر به اعمال مجدد تیمارها بر روی بذورهای جدید و تازه جمع‌آوری شده خردل وحشی و ارشته خطایی شد ولی بجای کشت در گلدان، بذور تیمار شده و شاهد آن‌ها، درون پتری دیش حاوی آب مقطر استریل در شرایط مساعد جوانه‌زنی قرار گرفتند (شکل ۴-۲).

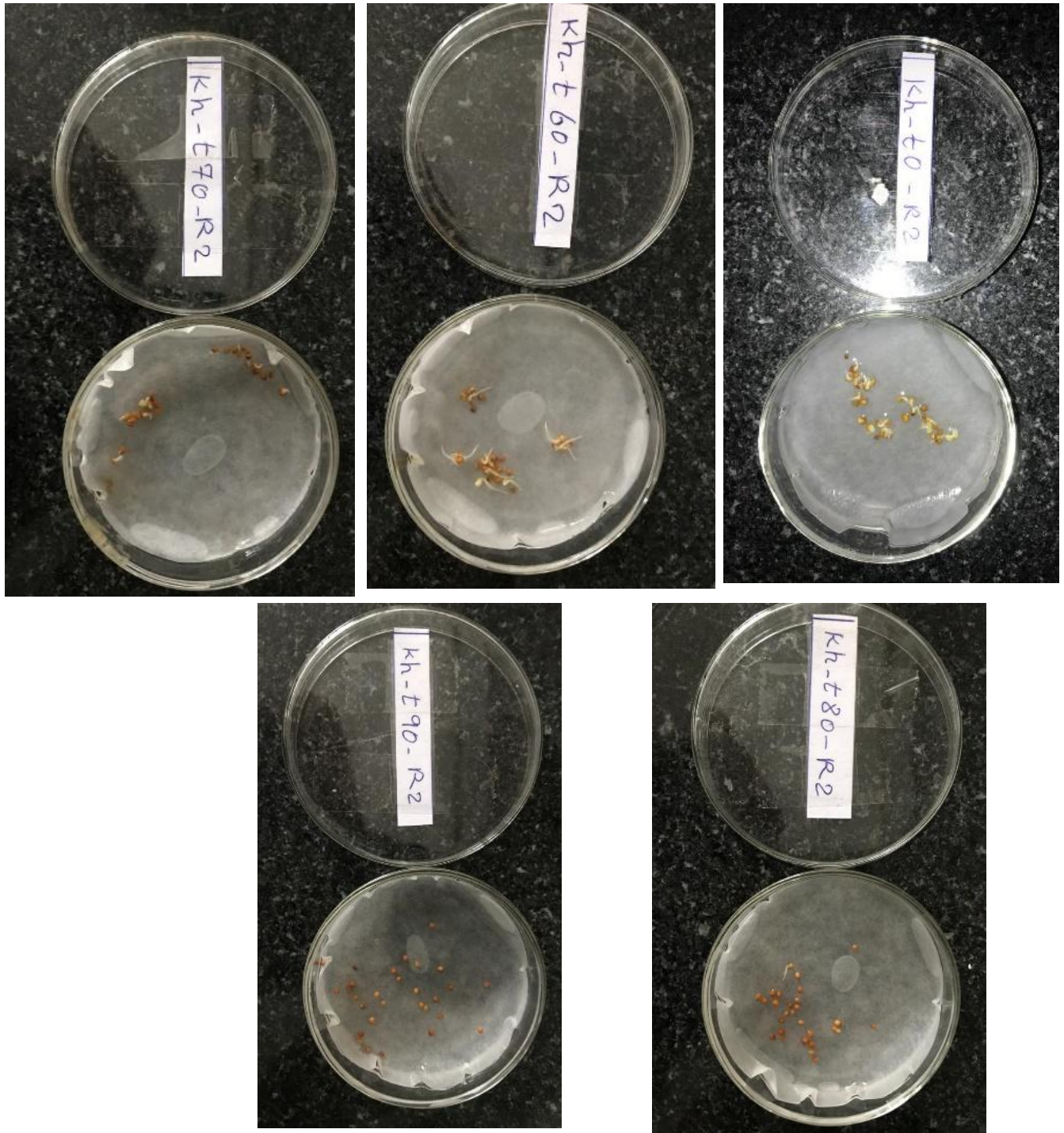




شکل ۴-۲: تأثیر تیمارهای دمایی بر روی جوانه‌زنی بذر ارشته خطایی



شکل ۴-۳: نمایشی از شرایط جوانه‌زنی بذور علف هرز خردل وحشی



شکل ۴-۳: تأثیر تیمارهای دمایی بر روی جوانه‌زنی بذر ارشته خطایی

نتایج تأثیر تیمارها بر جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر دمای خاک بر درصد جوانه‌زنی بذر ارشته خطایی نسبت به تعداد کل بذور نشان داد اثر تیمارها در سطح یک درصد احتمال معنی‌دار بود. یعنی تیمارها روی جوانه‌زنی تأثیر متفاوت داشتند (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر دمای خاک بر درصد جوانه‌زنی بذر ارشته خطایی نسبت به تعداد کل بذور

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی نسبت به تعداد کل بذور
بلوک	۳	۰/۵۶ ^{ns}
دما	۴	۱۴۳/۱ ^{**}
خطا	۱۱	۱۳/۲
ضریب تغییرات		۱۷/۳

^{ns} و ^{**} به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

نتایج جدول مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از روش دانکن نشان داد تیمارهای ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر متفاوتی با شاهد بدون اعمال تیمار دمایی در سطح ۵ درصد نداشتند. تیمار ۹۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین کاهش جوانه‌زنی را نسبت به کل تعداد بذور داشت و برترین تیمار بود (جدول ۴-۲).

جدول ۴-۲- مقایسه میانگین تأثیر دمای خاک بر درصد جوانه‌زنی بذر ارشته خطایی نسبت به تعداد کل بذور

نوع علف هرز	دمای خاک (درجه سانتی‌گراد)	درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد بدون تیمار
ارشته خطایی	-	۸۱/۷ ^a
	۶۰	۷۱/۹ ^a
	۷۰	۵۶/۶ ^a
	۸۰	۱۶/۷ ^b
	۹۰	۵/۰ ^c

برای هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر دمای خاک بر درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی نسبت به تعداد کل بذور نشان داد اثر تیمارها در سطح یک درصد احتمال معنی‌دار بود. یعنی تیمارها روی جوانه‌زنی تأثیر متفاوت داشتند (جدول ۳-۴).

در مورد بذور علف هرز خردل وحشی نیز نتایج جدول مقایسه میانگین بین تیمارها با استفاده از روش دانکن نشان داد تیمارهای ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد تأثیر متفاوتی با شاهد بدون اعمال تیمار دمایی در سطح ۵ درصد نداشتند. تیمار ۹۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین کاهش جوانه‌زنی را نسبت به کل تعداد بذور خردل وحشی داشت و برترین تیمار بود (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر دمای خاک بر درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی نسبت

به تعداد کل بذور

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی نسبت به تعداد کل بذور
بلوک	۳	۱/۲۳ ^{ns}
دما	۴	۱۱۶/۳ ^{**}
خطا	۱۱	۱۰/۸
ضریب تغییرات		۱۸/۳

^{ns} و ^{**} به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۴-۴- مقایسه میانگین تأثیر دمای خاک بر درصد جوانه‌زنی بذر خردل وحشی نسبت به تعداد کل بذور

نوع علف هرز	دمای خاک (درجه سانتی‌گراد)	درصد جوانه‌زنی نسبت به تعداد کل بذور
ارشته خطایی	-	۶۵/۲ ^a
	۶۰	۵۰/۸ ^a

۴۶/۴ ^a	۷۰
۱۴/۱ ^b	۸۰
۳/۳ ^c	۹۰

برای هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

در کل می‌توان گفت امواج ماکروویو در صورتی‌که بتوانند دمای ۹۰ درجه را روی بذور ایجاد کنند سبب کاهش شدید جوانه‌زنی ارشته خطایی و خردل وحشی می‌شوند.

۵. تحلیل‌های تکمیلی اقتصادی

۵-۱- مقدمه

در این بخش قصد داریم طرح مبارزه با آفات و علف‌های هرز به‌وسیله امواج ماکروویو را از نظر اقتصادی تحلیل و بررسی کنیم. به‌عنوان مقدمه‌ای بر فضای تحلیل اقتصادی این طرح، باید زنجیره کلی فرایند نای مرتبط با این دستگاه و عملکرد آن را ببینیم. قبل از طرح مسائل آتی، ذکر این نکته حائز اهمیت است که نوع نگرش به فرایندها و فعالیت‌ها در این طرح، بر مبنای استاندارد سیستم مدیریت کیفیت ISO ۹۰۰۱ است و تمامی فعالیت‌ها و چیدمان پروژه بر این سبک قالب‌ریزی شده‌اند.

تا این مرحله، یک نمونه آزمایشی جهت تحلیل نتایج و امکان‌سنجی استفاده از فناوری ماکروویو زنجیره مراحل مربوط به عملکرد دستگاه طراحی و ساخته شده است. این دستگاه بیشتر جنبه تحقیقاتی دارد و برای امور پژوهشی مناسب است. برای استفاده نای صنعتی-تجاری، ملاحظات دیگری نیز در طراحی لحاظ خواهد شد. در طرح‌ریزی و نگارش این سند، فعالیت‌ها و فرایندها با چشم‌انداز یک دستگاه صنعتی-تجاری (نه تحقیقاتی) نگاشته شده‌اند.

اگر از ابتدا و به‌صورت استاندارد بخواهیم به روال طراحی و ساخت یک دستگاه در رده صنعتی-تجاری نگاه کنیم، فرایند نای زیر را مشاهده خواهیم کرد:

۵-۲- تعریف پروژه

کلیات پروژه مانند حوزه کاربرد، بودجه کلی، اهداف و مباحث کلی در این بخش مشخص می‌شود و به‌طورکلی ماهیت پروژه و سپس حدود و مرزهای کلی بررسی و مشخص خواهد شد.

مروری منابع علمی

این مرحله، مطالعات کلی و علمی پروژه را در برمی‌گیرد و به بررسی مقالات و مراجع علمی می‌پردازد تا در فرایند طراحی و ساخت، از پشتوانه مناسب تئوری بهره‌مند باشیم. ضمن اینکه با مطالعه این موارد، نسبت به اینکه علوم مرتبط مطالعه شده‌اند و طراحی، طبق علم روز دنیا انجام می‌شود، اطمینان حاصل می‌کنیم. بعلاوه از نکات بیان شده در مقالات، برخی شاخص نای طراحی استخراج خواهد شد. برخی از این مقالات و گزارش نای علمی، نتایج آزمایش‌های انجام شده با همین دستگاه، در فاز نای پژوهشی قبلی است.

استخراج و مطالعه استانداردهای کاربردی دستگاه

با توجه به نزدیک شدن به استخراج مشخصات فنی پروژه، لازم است قبل از هر چیز استانداردهای کاربردی مرتبط با دستگاه را بدانیم تا از هرگونه بازطراحی برای تطبیق با استاندارد و هدر رفت هزینه و زمان جلوگیری کنیم.

شناسایی و مدیریت ریسک طراحی محصول

با مشخص شدن کلیات پروژه، یک کمیته فنی شامل مدیران فنی پروژه و کارشناسان مرتبط با این حوزه، در مورد ریسک نای مرتبط با طراحی محصول، و نحوه کنترل آن‌ها بحث خواهند کرد تا اطمینان حاصل کنیم ریسک‌ها و خطرات ممکن الوقوع در محصول نهایی، به حداقل خود رسیده‌اند و عملکرد محصول از نظر میان خطری که برای کاربر دارد، در یک دایره قابل قبول است. خطرات و ریسک‌ها از دو نظر احتمال وقوع و شدت آسیب در صورت وقوع بررسی می‌شوند.

تعیین داده نای ورودی طراحی

پس از تعریف پروژه و مشخص شدن ریسک‌ها و نحوه کنترل آن‌ها، نوبت به استخراج نیازها و مشخصات دستگاه، به صورت فنی و مشخص است. مقادیر، ویژگی‌ها و توصیفات در این بخش به طور کمی و تا جای ممکن دقیق مشخص می‌شوند. تعیین دقیق برخی مشخصات نیز ممکن است به زمان مشخص آتی موکول شود. در تعیین داده نای ورودی، توجه به استانداردهای مربوط یک امر حتمی است.

طرح‌ریزی و تدوین برنامه اجرایی

اکنون که حدود طراحی مشخص شده‌اند و مدیر طراحی پروژه، محدوده یک طراحی ایمن را شناسایی کرده است، فهرستی از فعالیت‌های لازم تهیه می‌شود و سپس بر مبنای منابع انسانی و مالی و شرایط پروژه، برنامه اجرایی تدوین می‌شود. ذکر این نکته لازم است که به علت اینکه احتمال خطا در پیش‌بینی فعالیت‌ها و شرایط وجود دارد، کنترل پروژه یکی از اساسی‌ترین ارکان پروژه در ضمن مراحل اجراست که دائماً به پایش و تصحیح برنامه می‌پردازد و بدین ترتیب به کمترین میزان هدر رفت منابع را خواهیم داشت.

طراحی محصول بر اساس شاخص نای داده نای ورودی و مدیریت ریسک و استانداردهای مربوط

با مشخص شدن برنامه اجرایی، گروه طراحی شروع به فعالیت می‌کند و در جهت پیاده‌سازی برنامه و خواسته نای مطرح شده در پروژه فعالیت خواهد کرد.

تصدیق طراحی بر مبنای داده نای ورودی

پس از اتمام هر مرحله از طراحی، گروه طراح بر مبنای شاخص‌هایی که در ورودی نای طراحی و مدیریت ریسک بیان شده است، به‌اندازه و آزمایش طراحی می‌پردازند تا بتواند طراحی خود را تصدیق کند و از اینکه تمام خواسته نای اولیه پروژه فراورده شده‌اند، اطمینان یابد.

اخذ گواهی و استانداردهای لازم

وقتی که از طراحی خود اطمینان پیدا کردیم، و قبل از اینکه به سراغ تولید برویم، باید با مراجعه به آزمایشگاه‌های مربوط، بر اساس استانداردهای کاربردی مرتبط با دستگاه، گواهی و مجوز نای لازم را اخذ کنیم.

تدوین اسناد تولید بر مبنای خروجی نای طراحی

پس از تصدیق و اتمام یک نسخه کامل از طراحی، گروه طراحی نقشه نای فنی و دستورالعمل نای لازم برای تولید محصول را تدوین می‌کنند.

تولید

گروه تولید و تدارکات بر مبنای اسناد و دستورالعمل‌هایی که گروه طراحی تحویل داده‌اند، محصول را تولید و کنترل کیفیت می‌کنند.

استفاده و مصرف

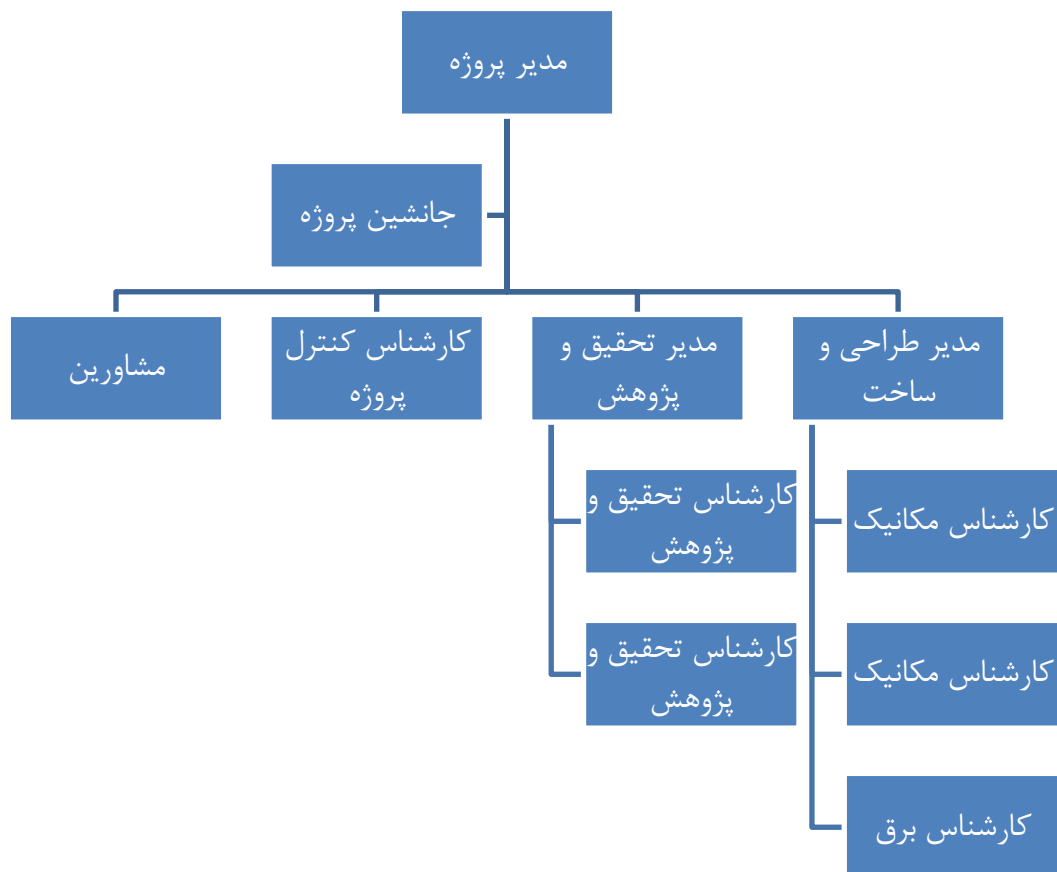
کاربر نهایی می‌تواند با استفاده از محصول نیاز خود را فراورده کند.

تعمیر و نگهداری

در طول زمان، دستگاه دچار استهلاک می‌شود و برای اینکه بتوانیم بهره بیشتری از دستگاه بگیریم و برای افزایش طول عمر دستگاه، عملیات نگهداری و تعمیرات جزئی نیاز است. در برخی موارد نیز استهلاک به قدری است که تعمیرات اساسی لازم است.

۵-۳- ساختار گروه

یکی دیگر از مسائلی که در نظام مدیریت پروژه موردنظر است، ساختار افراد پروژه است. هرکدام از پست‌ها وظایف و اختیارات مشخصی دارد و بدیهی است انتساب افراد در هرکدام از پست‌ها، شاخص نای احراز صلاحیت مخصوص خود را می‌طلبد که بیان این جزئیات از حوصله این سند خارج است. اما ساختار موقعیت نای افراد در گروه به‌طور کلی به شکل زیر است:



مدیر پروژه مدیریت کل پروژه و هماهنگی سیستم و افراد را بر عهده دارد.

جانشین پروژه، فردی است که در غیبت مدیر پروژه پیگیری و پیشبرد امور را به عهده دارد و در امور مدیریت پروژه، به مدیر پروژه کمک می‌رساند. به علاوه این فرد به طور جزئی تر، در جریان فرایند نای فنی پروژه است.

مدیر طراحی و ساخت، وظیفه طراحی و ساخت دستگاه، مطابق با ورودی نای گروه تحقیق و پژوهش را انجام می‌دهد. در این امر، کارشناسان این بخش نیز در همین راستا زیر نظر مدیر طراحی و ساخت فعالیت خواهند داشت.

مدیر تحقیق و پژوهش مسائل تحقیقاتی و تحلیلی را مدیریت می‌کند و در این کار همراه کارشناسان تحقیق و پژوهش خواهد بود.

وظایف کارشناس کنترل پروژه، برنامه‌ریزی، کنترل پروژه و نظارت بر سیستم مدیریت کیفیت پروژه (مانند تکمیل بودن اسناد، صحیح طی شدن روال‌ها و...) است.

مشاورین نیز بیشتر در زمینه تحقیق و پژوهش به مدیر تحقیق و پژوهش کمک خواهند کرد.

با توجه به وضعیت منابع انسانی، ممکن است با توجه به ظرفیت افراد، یک فرد در دو جایگاه فعالیت کند.

۵-۴- بررسی جزئی هزینه‌ها

به‌طور کلی در این موضوع دو نوع هزینه وجود دارد:

- ۱- هزینه تحقیق و توسعه شامل طراحی و ساخت نمونه اولیه بعلاوه اخذ استانداردها و گواهی نای لازم و تجاری‌سازی آن و ۲- هزینه تولید هر دستگاه

طراحی و ساخت نمونه اولیه

ذکر این نکته لازم است که هویت امور پژوهشی، گسترش فضای معلومات ورود به فضای نامعلومت است. بنابراین نکات بیان‌شده در پیش رو، تخمین ما از این فضا است که ممکن است با خطا نیز روبرو باشد. اما معتقدیم وجود یک تخمین، حتی با خطا، لازم است و قطعاً بهتر از حرکت کردن بدون تخمینی از آینده است. شایان‌ذکر است محاسبه این تخمین‌ها در هر مرحله از پروژه، با توجه به تجربه مراحل قبل و شرایط طی شده بروز رسانی خواهد شد. بر اساس اصول کنترل پروژه، این روش را در اجرای پروژه واجب و لازمه پیشرفت صحیح و اصولی پروژه می‌دانیم.

ابتدا به سراغ هزینه‌های طراحی برویم. طبق صحبت نای بالا، برای یک بررسی فنی مناسب و کم خطا، نیاز به طی فرایند نای بیان‌شده در بخش مقدمه (تعریف پروژه، مدیریت ریسک،...) است. اما جهت یک برآورد کلی، محاسبات پیش رو با فرض کلیات و این توصیفات کلی انجام‌شده است.

توان تابشی دستگاه ۱۶KW است.

دستگاه قابلیت اتصال به تراکتور یا ماشین‌آلات کشاورزی را دارد و از نظر حرکتی، به‌صورت یدک به‌وسیله مربوط متصل می‌شود.

مراحل طراحی و ساخت نمونه اولیه

طراحی و ساخت نمونه اولیه این دستگاه، شامل مراحل زیر خواهد بود:

جدول ۵-۱: مراحل ساخت نمونه اولیه

فاز	افراد مرتبط	کل نفر ساعت تخمینی	توضیحات
تعریف پروژه	مقامات جهاد کشاورزی مدیر پروژه جانشین پروژه	۲۰	به صورت جلسه و مذاکرات
مروری بر ادبیات	مدیر تحقیق و پژوهش کارشناس تحقیق و پژوهش	۲۰۰	بررسی آخرین مقالات و گزارش های علمی در دنیا
استخراج و مطالعه استانداردهای کاربردی دستگاه	جانشین پروژه مدیر طراحی و ساخت مدیر تحقیق و پژوهش	۲۰۰	
شناسایی و مدیریت ریسک طراحی	مدیر پروژه جانشین پروژه مدیر تحقیق و پژوهش مدیر طراحی و ساخت مشاورین	۴۰	جلسه کمیته فنی با حضور مشاورین
تعیین داده های ورودی طراحی	مدیر پروژه جانشین پروژه مدیر طراحی و ساخت مدیر تحقیق و پژوهش	۳۰	جلسه کمیته فنی
طرح و برنامه ریزی	کارشناس کنترل پروژه	۱۰	

	۹۰۰	مدیر طراحی و ساخت کارشناسان طراحی و ساخت	طراحی نسخه ۱ محصول
	۱۰۰	جانشین پروژه مدیر طراحی و ساخت کارشناسان طراحی و ساخت مدیر تحقیق و پژوهش کارشناسان تحقیق و پژوهش	تصدیق طراحی و تحلیل نتایج نسخه ۱
جلسه کمیته فنی	۲۰	مدیر پروژه جانشین پروژه مدیر طراحی و ساخت مدیر تحقیق و پژوهش	بررسی و استخراج مشکلات طراحی بر مبنای داده نای ورودی طراحی
	۳۰۰	مدیر طراحی و ساخت کارشناسان طراحی و ساخت	انجام اصلاحات و ساخت نمونه ۲
	۱۰۰	جانشین پروژه مدیر طراحی و ساخت کارشناسان طراحی و ساخت مدیر تحقیق و پژوهش کارشناسان تحقیق و پژوهش	تصدیق طراحی و تحلیل نتایج نسخه ۲
جلسه کمیته فنی	۲۰	مدیر پروژه جانشین پروژه مدیر طراحی و ساخت مدیر تحقیق و پژوهش	بررسی و استخراج مشکلات طراحی بر مبنای داده نای ورودی طراحی
	۱۵۰	مدیر طراحی و ساخت	انجام اصلاحات و ساخت نمونه

نهایی	کارشناسان طراحی و ساخت		
اخذ استانداردها	-	-	

در مورد اخذ استانداردها هنوز تحقیقات کامل انجام نشده است.

اصلاحات بیان شده در جدول بالا با این فرض است که در فرایند اصلاح، قرار نیست به‌طور کلی طرح عوض شود و یک هزینه زیربنایی مجدداً انجام شود. بلکه اصول و مبنا درست و ثابت است و اصلاحات جزئی و نسبتاً کم‌هزینه انجام خواهد شد. هدف از دسته‌بندی بالا، صرفاً بیان روال و توالی کار است و پوشش کاملی از فعالیت‌ها نیست. به‌عنوان مثال مدیریت استاندارد و کنترل پروژه، فعالیت‌هایی هستند که به‌طور مستمر در تمام طول پروژه در حال اجرا باید باشند. برای پوشش این مبحث سعی کرده‌ایم آن‌ها را در جدول زیر بیاوریم.

هزینه‌های جاری برای ساخت این دستگاه در سه بخش تقسیم می‌شوند:

۱- اقلام مورد استفاده (مانند آهن، چرخ، لامپ مگنترون)

۲- تجهیزات (مانند دستگاه جوش، ابزارآلات)

۳- نیروی انسانی

اقلام مورد استفاده

در بخش اقلام مورد استفاده پیش بینی ما بدین صورت است:

فاز	مورد	هزینه تخمینی (میلیون تومان)	توضیحات
طراحی نسخه ۱ محصول	آهن آلات شاسی و سیستم تعلیق	۶	آهن ورق نای فلزی، تراشکاری ...
	سیستم تعلیق و حرکت	۴,۵	بلبرینگ، شفت، چرخ ها ...
	سیستم تنظیم ارتفاع آنتن ها	۲	جک هیدرولیکی به همراه ریل نای مکانیکی
	سیستم اتصال به تراکتور	۰,۵	
	پرداخت بدنه و رنگ کاری	۱,۵	
	چراغ نای هشدار، میله نای محافظتی و موارد ایمنی	۱,۵	
	۸ عدد آنتن و موج بر	۱۶	
	مگنترون	۷	مگنترون ۲ کیلووات
	مدار راه اندازی ۸ مگنترون	۵	ترانس، خازن، دیود
	مدارهای کنترل الکترونیک و فرمان	۲,۵	کنترل از راه دور، فرمان، رابط کاربری، نمایشگر، کنترلر جک بالابر آنتن ها، خنک کننده ها
	دو عدد موتور برق ۱۰ Kw	۱۰۰	توان کل دستگاه ۱۶ Kw است، اما برای ایمنی، یک

پیشنهاد استفاده از دو دستگاه ۱۰ Kw است.			
وسایل متفرقه، پیچ و مهره، سیم جوش و خریدهای خرد	۵	متفرقه و پیش‌بینی نشده	
	۵	اصلاحات	انجام اصلاحات و ساخت نمونه ۲
	۵		انجام اصلاحات و ساخت نمونه نهایی

تجهیزات مورد نیاز

در بخش تجهیزات مورد نیاز، پیش‌بینی ما بدین صورت است:

توضیحات	هزینه تخمینی (میلیون تومان)	مورد	فاز
	۲	دریل	طراحی نسخه ۱ محصول
	۳	دستگاه جوش	
آچار، پیچ‌گوشتی، رنگ پاش برقی ...	۲	ابزار آلات	
سوخت موتور برق، دماسنج لیزری، رطوبت‌سنج ...	۱,۵	وسایل و ابزار تست	تصدیق طراحی و تحلیل نتایج نسخه‌ها

بنابراین هزینه مواد مصرفی و تجهیزات لازم جهت ساخت یک نمونه اولیه، ۱۷۰ میلیون تومان است که از این رقم ۱۰۰ میلیون تومان هزینه دو عدد موتور برق و تأمین انرژی، و ۷۰ میلیون تومان هزینه مابقی موارد مصرفی و تجهیزات است. از این بین نیز ۸,۵ میلیون تومان هزینه ابزارآلات و ۶۱,۵ میلیون تومان هزینه مواد مصرفی برای تولید دستگاه است.

البته مشخص است قسمت تأمین انرژی توسط موتور برق از نظر هزینه‌ای چالش بزرگی است و باید در مراحل طراحی، جایگزین مناسبی برای آن پیدا شود. در این راستا تاکنون دو راه حل جایگزین به نظر می‌رسد که نیاز به امکان‌سنجی دارند. استفاده از دیزل ژنراتورها که ایمن‌تر نیز هستند، و یا استفاده از قدرت موتور خود تراکتور.

البته در صورت الزام اخذ استاندارد نیز، هزینه آزمایشگاه‌های استاندارد به این مبلغ اضافه خواهد شد. احتمالاً دو استاندارد مهم، سازگاری الکترومغناطیسی و ایمنی الکتریکی برای این دستگاه کاربردی و مهم هستند. هزینه نیروی انسانی در حال محاسبه است و هنوز تکمیل نشده است.

هزینه تولید و پس از تولید

پس از طی مرحله طراحی، هزینه تولید هر نمونه با فرض تیراژ ۱۰ تولید عدد، حدود ۵۵ میلیون تومان (بدون در نظر گرفتن دو موتور برق و هزینه نیروی انسانی) خواهد بود.

اما استفاده از دستگاه دو نوع هزینه برای کاربر دارد: ۱- تأمین انرژی دستگاه و ۲- تعمیر و نگهداری از دستگاه. البته ذکر این نکته لازم که به‌طور ضمنی فرض کرده‌ایم که کاربر یک دستگاه تراکتور یا هرگونه وسیله با توانایی یدکشی دستگاه را دارد و این نکته را در فهرست هزینه‌ها لحاظ نکرده‌ایم.

هزینه‌های جاری

در مورد هزینه جاری استفاده از دستگاه، مهم‌ترین هزینه، هزینه تأمین برق دستگاه است. تاکنون تخمین دقیقی از میزان مصرف انرژی نسبت به توان خروجی نداریم و مخصوصاً با توجه به نیاز به امکان‌سنجی روش‌های جایگزین برای تأمین انرژی دستگاه، میزان هزینه ممکن است در بازه نای مختلفی جابجا شود.

هزینه تعمیر و نگهداری

هزینه تعمیر دستگاه مقادیر مشخصی دارد که در ضمیمه ۱ به تحلیل آن پرداخته‌ایم. مقادیر تخمینی با در نظر گرفتن محیط زمین کشاورزی و اثرات گرما، خاک، رطوبت و دیگر عوامل نوشته شده‌اند. طبیعی است این مقادیر از مقادیر ایدئال کمتر هستند. البته با توجه به روالی که در مورد مدیریت ریسک طراحی بیان کردیم، این جدول به نوعی خود، بخشی از شناسایی و مدیریت ریسک است و بر مبنای این موارد، گروه طراحی مواردی را در نظر خواهد گرفت که هزینه‌های آتی تعمیر و نگهداری را کمتر کند. مثلاً پاشیده شدن آب به درون مدار به عنوان یک حالت ریسک شناسایی شده است، و از این مورد استنتاج می‌شود که الزامات طراحی ضد آب و مقاومت مدار در برابر پاشش آب، یک امر ضروری و مهم در طراحی مدار است.

ضمیمه ۱

جدول تحلیل هزینه‌های تعمیر و نگهداری دستگاه

بیشترین درجه اهمیت: ۱۰

بیشترین سهولت تعمیر: ۱۰

قطعه	عمر مفید	درجه اهمیت در دستگاه	عوامل احتمالی خرابی	سهولت تعمیر	هزینه (تومان)	قطعه
مدار مگنترون راه انداز	۲۰,۰۰۰ ساعت	زیاد	۱- اتمام عمر مفید ۲- رطوبت و دمای نامناسب ۳- پاشیده شدن آب به درون مدار ۴- ضربه و ارتعاشات مکانیکی زیاد		۲۵۰,۰۰۰	
لامپ مگنترون	۱,۵۰۰ ساعت	زیاد	۱- اتمام عمر مفید ۲- رطوبت و دمای نامناسب ۳- پاشیده شدن آب به درون مدار ۴- ضربه و ارتعاشات مکانیکی زیاد ۵- قرارگیری در شرایط نامناسب از نظر سازگاری الکترومغناطیسی		۴۰۰,۰۰۰	

		۶- معیوب بودن مدار راه انداز			
آنتن ها	(بستگی به ورودی نای طراحی)	زیاد	۱- ضربه و ارتعاشات مکانیکی زیاد		بستگی به میزان عیب در صورت جزئی بودن تعمیر حدود ۲۰۰,۰۰۰ در صورت نیاز به تعمیر اساسی در بازه ۷۰۰,۰۰۰ تا ۴,۰۰۰,۰۰۰
لاستیک ها	۸۰,۰۰۰ کیلومتر	متوسط	۱- شرایط دمایی نامناسب ۲- عبور از مسیرهای تندوتیز ۳- عبور از روی اجسام تیز	۷	۷۰۰,۰۰۰
بدنه دستگاه	(بستگی به ورودی نای طراحی)	متوسط	۱- ضربه و ارتعاشات مکانیکی زیاد	بستگی به میزان عیب در بازه ۴ تا ۸	بستگی به میزان عیب بین ۳۰۰,۰۰۰ تا ۷,۰۰۰,۰۰۰

۶ جمع بندی و نتیجه گیری

در این قسمت از پژوهش، علیرغم اتمام ساخت دستگاه از بین برنده علف هرز، با توجه به زمان بندی انجام شده و توضیحاتی که در زمینه انجام تستها بر روی علف هرز در ماه اردیبهشت انجام شد، فعالیت اصلی باقی مانده انجام تست بر روی نمونه های خاک و علف هرز و بررسی نتایج آنها است. بدین ترتیب با برآوردهای انجام شده، از زیر پروژه های اول تا چهارم، به ترتیب ۹۹، ۹۸، ۶۵ و ۸۴ درصد پیشرفت انجام شده است که به نظر می آید در مجموع حدود ۸۰ درصد از فعالیت به پایان رسیده است.

جدول (۵-۱): تخمین پیشرفت کار

درصد پیشرفت	ساعت صرف شده تا الان	ساعت کل تخمین زده شده	درصد وزن و اهمیت از کل پروژه	زیر پروژه
۱۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۵	طراحی و ساخت دستگاه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۵	طراحی. شبیه سازی و ساخت آنتن
۱۰۰	۵۵۰	۵۵۰	۴۵	آزمایش روی بذر و خاک و تحلیل نتایج و شبیه سازی
۱۰۰	۵۰	۵۰	۱۵	تحلیل اقتصادی
۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰	کل پروژه

مراجع:

- [۱] زند، اسکندر؛ محمد علی باغستانی؛ علیرضا عطری و محمد کاظم رضانی، ۱۳۸۷، کاهش رویکرد نای جدید جهانی در استفاده از علف کش ها، الگویی برای مصرف بهینه و مخاطرات علف کش ها در ایران، دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، تهران، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، https://www.civilica.com/Paper-NABATAT10_004.html
- [۲] Davis FS, Wayland JR, Merkle MG. Phytotoxicity of a UHF electromagnetic field. Nature. ۱۹۷۳ Jan;۲۴۱(۵۳۸۷):۲۹۱.
- [۳] Nelson SO. A review and assessment of microwave energy for soil treatment to control pests. Transactions of the ASAE. ۱۹۹۶;۳۹(۱):۲۸۱-۹.
- [۴] داود سیر، میثم بهزادی، هادی علی اکبریان*. ۱۳۹۴. امکان سنجی عملی استفاده از گرمایش ریزموج در باند ۲۳. الکترومغناطیس کاربردی. برای دفع علف هرز خاکشیر ISM
- [۵] Brodie G, Ryan C, Lancaster C. Microwave technologies as part of an integrated weed management strategy: a review. International Journal of Agronomy. ۲۰۱۲;۲۰۱۲.
- [۶] J. Carson. <Biol_-_Microbial_Biomass_web.pdf>. Available: <http://soilquality.org.au/factsheets/microbial-biomass>
- [۷] Brodie G, Grixti M, Hollins E, Cooper A, Li T, Cole M. Assessing the impact of microwave treatment on soil microbial populations. Global Journal of Agricultural Innovation, Research & Development. ۲۰۱۵ Aug ۴; ۲:۲۵-۳۲.
- [۸] Brodie G, Bootes N, Reid G. Plant growth and yield of wheat and canola in microwave treated soil. In IMPI's ۴۹th Microwave Power Symposium ۲۰۱۵ Jun ۲۶.
- [۹] Jamal M, Brodie G, Gupta D. The Effect of Microwave Soil Treatment on Rice Production under Field Conditions. Transactions of the ASABE. ۲۰۱۷;۶۰(۲):۵۱۷-۲۵.

English Abstract

Weed Control by Using Microwave

Introduction

In this proposal, the application of microwaves in controlling weeds is presented. The application of microwaves in agriculture has been around for some time. Recently, the idea has been suggested for the important and destructive problem of weeds in agriculture. The proposers' primary theoretical and experimental investigations, along with the results presented by other researchers, show that the idea is promising and should also be investigated from another economic and regulatory aspect.

Microwaves in Agriculture

Nowadays, electromagnetic energy is employed, not only in the telecommunication industry but also in other industries such as the agriculture sectors, where some unsolvable problems exist. The proven effect of electromagnetic waves in agriculture is the heating phenomena, which depend on the imaginary part of the dielectric constant of materials [۱]. This was started in ۱۹۴۶ in the food, chemical, and medical engineering industries. Based on this effect, the continuous rotation of polar molecules causes the conversion of the electromagnetic wave to heating [۲]. Other examples of such applications are wood drying [۳-۴], microwave treatment of animal fodder [۵], disinfection of walnuts [۶], wheat and Stored product pest control [۷], thermal disinfection of soils [۸], anti-freezing [۹], and weed control in farms [۱].

The Problem of Weed's in Agriculture

In recent years, weed control has become a serious problem in the agricultural industry since it causes the highest damage to products [۱]. For example, in Iran, three weeds, *Sinapis arvensis*, *Phalaris* spp, and *Avena fatua*, cause wheat production reductions of almost ۱۶۳ kg per hectare [۱۰]; equivalent to ۲۳% damage in wheat fields [۱۱]. The seed banks in the top few centimeters of soil play an important role in weed germination every year since the seed bank's vitality and longevity have a major role in the establishment of weeds [۱۲]. Five consecutive years is necessary to effectively control weeds by chemical methods provided there are no herbicide-resistant cases among the seeds [۱۳]. However, nine new biotypes of herbicide-resistant weeds are reported each year [۱۴]. Environmental problems, herbicide-resistant weeds, development of invasive species, as well as demand for healthy products are among the issues that have led to the reconsideration of non-chemical weed management [۱۵].

Besides microwaves, there are some alternative thermal methods. The worst of them is flaming [18]. However, Other thermal processes such as steam, hot air, hot water, and infrared radiation heating are also gradually gaining interest [19-20]. Microwave heating is also among the methods which have been under investigation for around a decade.

Proposed Microwave Method

Interest in the effect of high-frequency electromagnetic waves on biological materials began in the late 19th century [13], where studies showed that the main effect of electromagnetic waves on a seed is a thermal effect. The ability of each seed to absorb microwave energy depends on its volume and mass as well as its moisture content. In 1991 Barker et al. [16] reported that one could prevent weed germination by raising their temperature up to 70 to 80 degrees. Brodie [1] lowered this range to 60 to 80 C. The main focus of this work is on reducing required power density and required weed temperature. The exposure time and exposure profile on the weeds is a matter of further research and differs from weed by weed and soil by soil. In general, the weed seeds of the top 20-30 mm of soil have a higher chance of germination each year [17]. Therefore, in order to save power, reduce electromagnetic wave leakage, and also to reduce negative effects of the microwaves on the microbial biomass of the treated soil, this work focuses on 20 mm top layer of the soil. A research group led by Dr. Graham Brodie at the University of Melbourne is ahead of us in this research topic publishing many documents [21], including research papers and patents [22].

After checking the concept in some experimental works and fabricating a small prototype, the group is focused on the economical and industrial aspects of the work besides further researches on various weeds and soils. The results demonstrates that if the temperature of weed seeds increases up to 80 degrees, their germination will be severely reduced.

REFERENCES

- [1] G. Brodie, et al, "Microwave technologies as part of an integrated weed management strategy: a review," **International Jour. of Agronomy**, vol. 2012, 2012.
- [2] X. Zhao, et al, "Review of numerical simulation of microwave heating process," in *Advances in Induction and Microwave Heating of Mineral and Organic Materials*, **InTech**, 2011.
- [3] A. Manickavasagan, et al, "Non-uniformity of surface temperatures of grain after microwave treatment in an industrial microwave dryer," **Drying Technology**, vol. 24, no. 12, pp. 1509-1517, 2006.
- [4] D. Setiady, et al, "Porosity, color, texture, and microscopic structure of russet potatoes dried using microwave vacuum, heated air, and freeze drying," **Applied engineering in agriculture**, vol. 25, no. 5, pp. 719-724, 2009.
- [5] G. Brodie, et al., "The Effect of Microwave Treatment on Animal Fodder," **Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy**, vol. 46, no. 2, pp. 57-67, 2012.
- [6] S. Wang and J. Tang, "Radio frequency and microwave alternative treatments for insect control in nuts: a review," **Agricultural Eng. Jour.**, vol. 10, no. 3&4, pp. 105-120, 2001.
- [7] S. O. Nelson and L. E. Stetson, "Possibilities for Controlling Insects with Microwaves and Lower Frequency RF Energy," **IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques**, vol. 22, no. 12, pp. 1303-1305, 1974.
- [8] M. C. Lagunas-Solar, et al, "Thermal disinfection of soils with radiofrequency power," **California Agriculture**, vol. 60, no. 4, pp. 192-199, 2006.
- [9] H. Aliakbarian, et al, "Agricultural applications for electromagnetic exposure," **Asia-Pacific Microwave Conference, IEEE**, 2007, pp. 1-4.

- [۱۰] M.Z. Nekahi, et al, " Evaluation on factors affecting weeds population density and yield loss of wheat: a case study in Golestan province – Sarmahale village in Bandargaz ", **Journal of Agroecology**. vol. ۶, No. ۲, Summer ۲۰۱۴, p. ۴۲۴.
- [۱۱] E. Zand, et al, "Studies on some ecophysiological traits associated with competitiveness of old and new Iranian bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars against wild oat (*Avena ludoviciana* L.)," **Iranian Jour. of Field Corps Research**, ۲۰۰۵. vol ۲(۲), pp ۱۶۰-۱۷۴.
- [۱۲] M. J. Khan, G. I. Brodie, et al "Microwave Soil Treatment Improves Weed Management in Australian Dryland Wheat," Transactions of the ASABE, vol. ۶۱(۲), pp. ۶۷۱-۶۸۰, ۲۰۱۸.
- [۱۳] G. Brodie, "Derivation of a cropping system transfer function for weed management: Part ۲. Microwave weed management," **Global J. Agric. Innov. Res. Devel**, vol. ۳, no. ۱, pp. ۱-۹, ۲۰۱۶.
- [۱۴] I. Heap, "The international survey of herbicide resistant weeds. Online. Internet. Friday, April ۲۹, ۲۰۱۶," ed, ۲۰۱۶.
- [۱۵] M.K. Upadhyaya, R. E. Blackshaw. (Eds), Non-chemical weed management: principles, concepts and technology. **Cabi**; ۲۰۰۷.
- [۱۶] A. V. Barker and L. E. Craker, "Inhibition of weed seed germination by microwaves," **Agronomy Journal**, vol. ۸۳, no. ۲, pp. ۳۰۲-۳۰۵, ۱۹۹۱.
- [۱۷] R. De La Cruz, Weed seedling emergence depths under field conditions. **Iowa State University Capstones, Retrospective Theses and Dissertations**. (۱۹۷۴).
- [۱۸] "Does steam weed control actually work?", Weed Technics Co, <https://www.weedtechnics.com/does-steam-weed-control-actually-work/>
- [۱۹] Ascard, Johan. *Thermal weed control by flaming: biological and technical aspects*. **Diss. Swedish University of Agricultural Sciences**, ۱۹۹۵.
- [۲۰] Ascard, J., et al. "۱۰ Thermal weed control." Non-chemical weed management: principles, **concepts and technology** (۲۰۰۷): ۱۵۵-۱۷۵.
- [۲۱] G. Brodie, et al, Microwave and Radio-Frequency Technologies in Agriculture: an introduction for agriculturalists and engineers. **Walter de Gruyter GmbH & Co KG**, ۲۰۱۶.
- [۲۲] Brodie, Graham, Carmel Ryan, and Carmel Lancaster. "Microwave technologies as part of an integrated weed management strategy: a review." **International Journal of Agronomy** ۲۰۱۲ (۲۰۱۲).