

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه شاهرود

گروه زراعت و اصلاح نباتات

اثر امواج آلتراسونیک و کود بیولوژیک نیتروکسین بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی

(Vigna sinensis)

دانشجو: شیدا عبادی قهرمانی

استاد راهنما:

دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور:

دکتر احمد غلامی

حسن آریانی محمدیه

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

آذر ۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

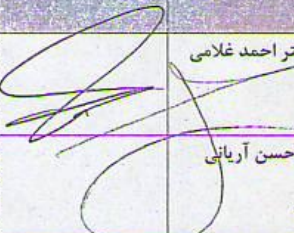

دانشکده : کشاورزی


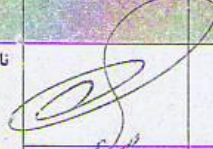
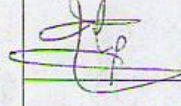
گروه : زراعت-اصلاح نباتات

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم شیدا عبادی قهرمانی

تحت عنوان: اثر امواج آلتراسونیک و کود بیولوژیک نیتروکسین بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی

در تاریخ ۱۳۹۲/۰۹/۱۸ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی: دکتر احمد غلامی		نام و نام خانوادگی: دکتر شوچهر قلبی
	نام و نام خانوادگی: حسن آریانی محمدی		پور
			نام و نام خانوادگی:

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی: دکتر کامبیز جهان بین		نام و نام خانوادگی: دکتر مهدی برادران فیروز آبادی
			نام و نام خانوادگی: دکتر حسن مکاریان
			نام و نام خانوادگی:
			نام و نام خانوادگی:

تقدیم با عشق به

پروردگارم، آفریننده خوبی ها و

آستان پر مهر و محبت پدر و مادر و لسوزم و همسر مهربانم، که پیوسته رفیق راهم بوده اند

و شوق علم اندوزی و امید را، همواره در وجودم زنده نگه داشته اند.

شکر و قدردانی

حمد و سپاس خدایی را که ذات او عین هستی است و هستی او مهر علم و نور است. درود خالق را که به من توفیق داد تا در زمره پویندگان علم و معرفت باشم. باشد که این مجموعه هر چند ناچیز، قطره‌ای بر دریای بیکران علم بیفزاید. بی‌شک انجام این تحقیق بدون راهنمایی‌های بزرگوارانی که در طی مسیر مرابری نمودند، میسر نبود. در این راه خود را مدیون اساتید کراتقدری می‌دانم که علم و اخلاق را به من آموختند.

در ابتدا از استاد بزرگوارم جناب آقای منوچهر قلی‌پور که با دگر می‌ها و تشویق‌هایشان همواره راه‌ها و چراغ راه من بوده‌اند، سپاسگذار و شکرگرم. همچنین از جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای مهندس حسن آریانی محمدیه که زحمت راهنمایی و مشاوره این پروژه را کشیدند بسیار شکرگرم. همچنین از جناب آقای دکتر مهدی برادران و جناب آقای دکتر حسن مکاریان نیز برای قبول زحمت داوری و تصحیح این پایان‌نامه بسیار سپاسگزارم.

در نهایت از دوستان عزیزم خانم مهندس شیاکری بی‌فرد، مهندس آمنه یوسفی‌کیا، مهندس اختر ویسی و آقای مهندس سجاد نجف‌زاده و کلیه دوستانی که هر یک به نوعی باهدلی و بهکاری یاریم دادند، شکر می‌کنم و برایشان بهترین آرزوها را دارم.

شیداعبادی آذر ۱۳۹۲

تعهد نامه

اینجانب شیدا عبادی قهرمانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته آگرواکولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه اثر امواج آلتراسونیک و کود بیولوژیک نیتروکسین بر رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*) تحت راهنمایی دکتر منوچهر قلی پور متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۱۳۹۲/۰۹/۱۸

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تاثیر امواج آلتراسونیک و کود بیولوژیک نیتروکسین بر رشد و عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در سال ۱۳۹۱ به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. تیمار ها شامل امواج آلتراسونیک در پنج سطح شاهد (F1)، ۲ (F2)، ۴ (F3)، ۶ (F4) و ۸ دقیقه (F5) در معرض تابش امواج با فرکانس ۴۲ کیلو هرتز و کود بیولوژیک نیتروکسین در سه سطح شاهد (B1)، تلقیح به میزان توصیه شده مندرج در بروشور (B2) و تلقیح به میزان دو برابر مقدار توصیه شده مندرج در بروشور (B3) می باشد. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح باکتری های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپریلوم)، ارتفاع گیاه، تعداد گره، تعداد شاخه های فرعی، تعداد غلاف و دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، کلروفیل برگ و درصد پروتئین، نیتروژن و روغن دانه را به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش داد. امواج آلتراسونیک نیز موجب افزایش ارتفاع گیاه، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، تعداد گره، تعداد شاخه های فرعی، وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک ساقه، روغن دانه، سطح برگ تک بوته، کلروفیل برگ و عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد. همچنین اثر متقابل کود بیولوژیک نیتروکسین و امواج آلتراسونیک بر ارتفاع ساقه، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، تعداد گره، تعداد شاخه های فرعی، سطح برگ تک بوته، وزن خشک غلاف، برگ و ساقه و کلروفیل برگ معنی دار شد. در این آزمایش مشخص شد کاربرد کود نیتروکسین و همچنین تیمارهای ۴ و ۶ دقیقه امواج آلتراسونیک به منظور افزایش و بهبود رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی مفید می باشد.

کلمات کلیدی: آلتراسونیک، نیتروکسین، لوبیا چشم بلبلی

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

اثر امواج آلتراسونیک و کود بیولوژیک نیتروکسین بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*)، دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم، همدان، دانشکده شهید مفتح همدان وابسته به دانشگاه فنی و حرفه ای، ۲۱ شهریور، ۱۳۹۲.

صفحه	مطلب
۱.....	فصل اول: مقدمه
۹.....	فصل دوم: مروری بر منابع
۱۰.....	۱-۲- لوبیا چشم بلبلی
۱۰.....	۲-۲- منشاء و انواع لوبیا چشم بلبلی
۱۲.....	۳-۲- تاریخچه و اهلی شدن
۱۲.....	۴-۲- گیاهشناسی
۱۳.....	۵-۲- عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو لوبیا چشم بلبلی (بوم شناسی)
۱۳.....	۶-۲- عملیات زراعی
۱۴.....	۷-۲- خصوصیات فیزیکی فراصوت (Ultrasound)
۱۵.....	۸-۲- فرکانس امواج فراصوتی
۱۶.....	۹-۲- اصطکاک یا ویسکوزیته محیط منتقل کننده
۱۶.....	۱۰-۲- زمان استراحت مولکولی
۱۶.....	۱۱-۲- تضعیف
۱۷.....	۱۲-۲- مبدل فراصوت
۱۷.....	۱۳-۲- امواج فراصوتی و تعیین کیفیت
۱۸.....	۱۴-۲- کاربردهای امواج فراصوت
۱۸.....	۱-۱۴-۲- کاربردهای صنعتی
۱۹.....	۲-۱۴-۲- کاربردهای امنیتی
۱۹.....	۳-۱۴-۲- رادار

- ۲-۱۴-۴- کاربردهای پزشکی، سونوگرافی ۱۹
- ۲-۱۴-۵- کاربرد در صنایع غذایی ۲۰
- ۲-۱۴-۶- کاربردهای کشاورزی ۲۴
- ۲-۱۵- ضرورت استفاده از فراصوت در کشاورزی ۲۴
- ۲-۱۶- اثرات اصلی امواج فراصوت ۲۴
- ۲-۱۸- اثرات مخرب امواج فراصوت بر روی آنزیم ها در شدت بالای پرتودهی ۲۶
- ۲-۱۹- تعریف و انواع کودهای زیستی ۲۸
- ۲-۲۰- باکتری محرک رشد ۲۹
- ۲-۲۱- نیتروکسین ۲۹
- ۲-۲۶- ساز و کارهای فعالیت باکتری های افزایش دهنده رشد گیاه ۳۰
- ۲-۲۶-۱- مستقیم ۳۰
- ۲-۲۶-۲- غیر مستقیم ۳۰
- ۲-۲۷- واکنش گیاهان در تلقیح با نیتروکسین ۳۰
- ۲-۲۸- تاثیر باکتری های محرک رشد بر رشد گیاه از طریق ترشح فیتو هورمون ها ۳۱
- ۲-۲۹- مکانیسم باکتری های محرک رشد در جهت کاهش اثرات سوء تنش خشکی ۳۴
- ۲-۳۰- تاثیر باکتری های محرک رشد در ایجاد مقاومت به تنش خشکی ۳۵
- ۲-۳۱- تاثیر باکتری های محرک رشد در ایجاد مقاومت به تنش شوری ۳۵
- ۲-۳۲- تاثیر باکتری های محرک رشد بر روی جذب عناصر غذایی ۳۶
- فصل سوم: مواد و روش ها ۳۹
- ۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش ۴۰
- ۳-۲- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی ۴۰
- ۳-۳- شرایط آب و هوایی منطقه ۴۰

- ۴-۳- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ۴۱
- ۵-۳- نوع و قالب طرح آزمایشی ۴۲
- ۶-۳- آماده سازی زمین و کاشت ۴۲
- ۷-۳- مشخصات رقم بذربولبیا چشم بلبلی ۴۲
- ۸-۳- پرتو دهی بذور ۴۳
- ۹-۳- تلقیح باکتری ۴۳
- ۱۰-۳- آبیاری ۴۴
- ۱۰-۳- مبارزه با علف های هرز و دفع آفات ۴۴
- ۱۱-۳- نمونه برداری ۴۴
- ۱۲-۳- ارزیابی صفات مرفولوژیک ۴۵
- ۱۳-۳- تعیین کلروفیل ۴۵
- ۱۴-۳- اندازه گیری عناصر غذایی ۴۶
- ۱۵-۳- روغن گیری بذر ۴۸
- ۱۶-۳- تجزیه آماری نتایج ۴۹
- فصل چهارم: نتایج و بحث ۵۱
- ۱-۴- ارتفاع ساقه ۵۲
- ۲-۴- فاصله اولین غلاف از سطح خاک ۵۳
- ۳-۴- تعداد شاخه های فرعی ۵۵
- ۴-۴- تعداد گره ۵۶
- ۶-۴- وزن خشک ساقه ۶۰
- ۷-۴- وزن ۱۰۰ دانه ۶۲
- ۸-۴- وزن تر و خشک گره ۶۳

۶۳	۹-۴- تعداد غلاف در متر مربع
۶۵	۱۰-۴- وزن خشک غلاف در متر مربع
۶۶	۱۱-۴- تعداد دانه در بوته
۶۸	۱۲-۴- پروتئین دانه
۷۰	۱۴-۴- روغن دانه
۷۱	۱۵-۴- عملکرد بیولوژیک
۷۴	۱۶-۴- عملکرد دانه
۷۶	۱۷-۴- شاخص برداشت
۷۷	۱۸-۴- کلروفیل برگ
۷۹	۱۹-۴- شاخص سطح برگ در زمان گلدهی
۸۳	پیوست ها
۸۹	منابع

فهرست اشکال

صفحه	اشکال
۴۳	شکل ۳-۱ حداکثر و حداقل دما بر حسب درجه حرارت و متوسط بارندگی بر حسب میلی متر در ماههای سال ۱۳۹۱
۵۵	شکل ۴-۱ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر ارتفاع ساقه لوبیا چشم بلبلی
۵۷	شکل ۴-۲ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک لوبیا چشم بلبلی
۵۸	شکل ۴-۳ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر تعداد شاخه های فرعی لوبیا چشم بلبلی
۶۰	شکل ۴-۴ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر تعداد گره لوبیا چشم بلبلی
۶۲	شکل ۴-۵ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن خشک برگ لوبیا چشم بلبلی
۶۴	شکل ۴-۶ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن خشک ساقه لوبیا چشم بلبلی

- شکل ۴-۷ تاثیر امواج فراصوت بر وزن صد دانه لوبیا چشم بلبلی ۶۵
- شکل ۴-۸ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر تعداد غلاف لوبیا چشم بلبلی ۶۷
- شکل ۴-۹ اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن خشک غلاف لوبیا چشم بلبلی ۶۸
- شکل ۴-۱۰ تاثیر امواج فراصوت بر تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی ۶۹
- شکل ۴-۱۱ تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر تعداد دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۱
- شکل ۴-۱۲ تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۲
- شکل ۴-۱۳ تاثیر امواج فراصوت بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۲
- شکل ۴-۱۴ تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر روغن دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۳
- شکل ۴-۱۵ تاثیر امواج فراصوت بر روغن دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۴
- شکل ۴-۱۶ تاثیر امواج فراصوت بر عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلی ۷۵
- شکل ۴-۱۷ تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلی ۷۶
- شکل ۴-۱۸ تاثیر امواج فراصوت بر عملکرد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی ۷۸
- شکل ۴-۱۹ تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی ۷۹
- شکل ۴-۲۰ تاثیر امواج فراصوت بر شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی ۸۰
- شکل ۴-۲۱ اثر متقابل کود نیتروکسین و امواج فراصوت بر کلروفیل برگ لوبیا چشم بلبلی ۸۲
- شکل ۴-۲۲ اثر متقابل کود نیتروکسین و امواج فراصوت بر شاخص سطح برگ در زمان گلدهی لوبیا چشم بلبلی ۸۴

فهرست جداول

صفحه	جدول
۴۴	جدول ۱-۳ نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه ۴۴
۵۱	جدول ۲-۳ ضرایب تبدیل ازت به پروتئین ۵۱

- جدول پیوست ۴-۱ میانگین مربعات صفت ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت ۸۹
- جدول پیوست ۴-۲ میانگین مربعات صفت ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت ۸۷
- جدول پیوست ۴-۳ میانگین مربعات صفت ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت ۸۸
- جدول پیوست ۴-۴ میانگین مربعات صفت ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت ۸۸
- جدول پیوست ۴-۵ مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر نیتروکسین و امواج فراصوت ۸۹
- جدول پیوست ۴-۶ مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر نیتروکسین و امواج فراصوت ۹۰

فصل اول: مقدمه

مقدمه

جمعیت کره ی زمین پیوسته در حال افزایش است. بیش از ۷۵٪ جمعیت جهان مربوط به کشورهای در حال توسعه است و متأسفانه سهم عمده ی افزایش جمعیت مربوط به این کشورها می باشد که امروزه با مشکل گرسنگی و سوء تغذیه دست به گریبان هستند، به گونه ای که ۲۰ درصد جمعیت این کشورها هم اکنون دچار سوء تغذیه هستند (گالاچر، ۱۹۸۴).

از دیدگاه کارشناسان تولیدات کشاورزی، افزایش تولید غذا تنها راه حل مشکل گرسنگی است و به ویژه در کشورهای در حال توسعه باید سرمایه گذاری بیشتری در امر تولید غذا صورت گیرد. چنانچه قرار باشد عرضه ی غذا به صورت کنونی انجام شود، این کشورها می بایست طی ۳۰ سال آینده دست کم ۶۰ درصد به تولیدات کشاورزی خود بیفزایند (فائو، ۱۹۹۲) و روی هم رفته در سطح جهانی طی ۲۰ سال آینده تولید غذا باید دو برابر شود (فائو، ۲۰۰۶).

از طرف دیگر نیاز بشر به انرژی به طور متوسط روزانه معادل ۲۸۰۰ کالری است. در کشورهای توسعه یافته مصرف روزانه کالری ۳۵۰۰ و در کشورهای جهان سوم این میزان به ۲۲۰۰ کالری برای هر فرد کاهش می یابد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). کمبود پروتئین نیز در تغذیه میلیون ها نفر انسان در کشورهای در حال توسعه امروزه یکی از مشکلات حاد تغذیه ای محسوب می شود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). دانه حبوبات به عنوان یکی از مهمترین منابع گیاهی غنی از پروتئین بعد از غلات و دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می رود (پارسا و باقری، ۱۳۷۸). ۲۰ تا ۳۰ درصد از وزن دانه های حبوبات را پروتئین تشکیل می دهد. حبوبات غیراز ارزش غذایی خود دارای اهمیت خاص از نظر اکوسیستمهای کشاورزی می باشند و آن قابلیت تثبیت نیتروژن جوی در همزیستی باکتریها می باشد و باعث حاصلخیزی خاکهای فقیر می شوند. لوبیا چشم بلبلی یکی از حبوبات ارزشمندی است که از نظر سطح زیر کشت در جهان مقام اول را دارا است (کوچکی وبنایان، ۱۳۸۶). وعلاوه بر دارا بودن همه

محاسن این گروه از گیاهان زراعی از نظر غذایی نیز به واسطه دارا بودن اسید فولیک فراوان و عوامل نفخ زای کمتر نسبت به سایر حبوبات متمایز می باشد. معمولاً این محصول بصورت تازه خوری و سبز ودانه در تغذیه انسان و علوفه (قصیل) در تغذیه دام و کود سبز و گیاه پوششی در حاصلخیزی خاک اهمیت دارد (مجنون حسینی، ۱۳۸۷).

در راستای افزایش تولید غذا در چند دهه اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها گردیده است (شارما، ۲۰۰۲). همچنین امروزه به دلیل استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی، مواد آلی زمین های کشاورزی در ایران کاهش یافته و ترکیب خاک به بافت سخت و نامطلوب تبدیل شده است (ابوت و مورفی، ۲۰۰۷). افزایش عملکرد و کاهش مخاطرات، نیازمند به کارگیری راهکارهای نوین زراعی است که از این میان می توان به کودهای بیولوژیک اشاره کرد (عیدی زاده و همکاران، ۱۳۸۹). امروزه با مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بوجود آورده، استفاده از آنها در کشاورزی مطرح شده است و سعی بر آن است تا از پتانسیل میکرو ارگانیسم های خاک و مواد آلی به منظور حداکثر تولید در ضمن توجه به کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست استفاده گردد (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۸). از طرفی استفاده از سیستم های زراعی کم نهاده و ابداع شیوه های نوین مدیریت بهره برداری از منابع به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه ای پیدا کرده است (علی آبادی فراهانی و همکاران، ۱۳۸۷). یکی از انواع کودهای زیستی باکتری های محرک رشد می باشد که تولید هورمون های گیاهی، کاهش پتانسیل الکتریکی غشا، القای مقاومت سیستمیک در گیاهان برای مقابله با عوامل زیستی بیماری زا و نیز افزایش تحرک عناصر غذایی غیر محلول و در نتیجه بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاهان از جمله مکانیسم هایی هستند که در نتیجه تقابل این باکتری ها با گیاهان، موجب بروز اثرات مثبت و سودمند می شوند (از جمله باکتری های

محرك رشد گیاه می توان به جنس های از تو باکتر و آزوسپریلوم اشاره نمود که دارای پتانسیل همراهی با گیاهان زراعی هستند و در این رابطه مزایایی همانند بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش عملکرد گیاهان و نیز مقابله با بیماری های خاکزی را فراهم می سازند. به همین دلیل کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری های محرك رشد گیاه ، مهم ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری های مذکور به شمار می آید.

همان طور که گفته شد در پی افزایش تقاضای روز افزون مصرف کنندگان محصولات با کیفیت استفاده از تکنولوژی های جدید و بدون عوارض مانند امواج آلتراسونیک ضرورت دارد. یکی از تیمارهایی که انتظار می رود بر رشد گیاه تاثیر مثبت داشته باشد، تیمار امواج فراصوت (*Ultrasound*) می باشد. کاربرد امواج فراصوتی^۱ در صنعت و علوم پزشکی به عنوان یک روش موفقیت آمیز و کم هزینه اثبات شده است. به عنوان مثال می توان از کاربرد های فراوان این تکنیک در صنعت به تشخیص عیوب درونی از قبیل حفره های هوا^۲ در جوشکاری و در علوم پزشکی برای تشخیص بافت های طبیعی ، غیر طبیعی و شرایط رشد جنین قبل از تولد نام برد. کاربرد امواج فراصوتی در تعیین خصوصیات کیفی محصولات کشاورزی و دامی به دلیل غیر تخریبی و کم هزینه بودن این روش اهمیت فوق العاده دارد. امواج فراصوتی به طور عمومی به امواج با فرکانس بیشتر از آستانه شنوایی انسان و بیش از ۲۰ کیلو هرتز اطلاق می شود. جهت استفاده از این امواج برای کاربرد های فوق الذکر معمولاً از تکنیک مرسوم به پالس - اکو استفاده می شود که در آن با ارسال یک پالس کوتاه فراصوتی به داخل جسم یا بدن ، امواج انعکاسی حاصله را ثبت و با بررسی زمان بازگشت و یا تغییرات حاصله در آن نسبت به موج ارسالی ، اطلاعات

^۱ . Ultra sound

^۲ . Air Pockets

مکانی (تصویر) ماده بدست می آید. از مهم ترین مزایای استفاده از امواج فراصوتی : غیر مخرب بودن، سهولت و سرعت استفاده از آن، مقرون به صرفه و ارزان بودن و نهایتاً ایمنی بالای آن است.

علیرغم کاربرد وسیع و موفقیت آمیز این روش در بخش صنعت و پزشکی، این روش در ابتدای مراحل کاربرد خود در علوم کشاورزی و دامی قرار دارد. پیشرفت های قابل توجه در کاربرد امواج فراصوتی در تعیین کیفیت محصولات دامی و کشاورزی نسبت به سایر روش ها مانند¹ CT (اشعه X و ...) و MRI² به دلیل هزینه کمتر، خطرات کمتر، امکان حمل آسان و نیز امکان تصویر برداری به صورت زمان حقیقی است که در بسیاری از کاربردها کمتر می توان روش جایگزین مناسب برای آن پیدا کرد (هدریک و همکاران، ۲۰۰۷).

مکانیسم اثر امواج فراصوت با فرکانس پایین به طور کلی به علت ایجاد حباب های بسیار ریزی است که در اثر انقباض و انبساط لحظه ای و نقطه ای ناشی از حرارت و فشار فوق العاده زیاد در محیط مایع ایجاد می شوند (در زمانی معادل یک هزارم ثانیه دما به ۵۵۰۰ درجه سانتی گراد رسیده و فشار تا $10^4 \times 5$ کیلو پاسکال افزایش می یابد). این وضعیت باعث تغییرات فیزیکی و شیمیایی مولکول های مجاور می شود. امواج فراصوتی به راحتی از بافت های نرم و مایعات عبور کرده و به صورت جزئی از محل برخورد بین انواع بافت های نرم عبور می کند. در این روش با استفاده از گسیل یک دسته پرتو در محدوده امواج فراصوتی پس از برخورد با مرزهای میان بافت ها به علت اختلاف امپدانس اکوستیکی آنها قسمتی از آنها بازتابیده می شود. براساس نیاز برای حصول تصاویر با وضوح بالاتر از امواج با فرکانس بیشتر از ۶ تا ۱۰ مگا هرتز استفاده می شود. در حالیکه برای بدست آوردن عمق نفوذ بیشتر در بافت لازم است که از امواج با فرکانس کمتر، ۰/۵ تا ۳ مگا هرتز استفاده شود (هدریک و همکاران، ۲۰۰۵).

1 . Computed tomography

2 . Magnetic Resonance Imaging

در مورد عبور امواج فراصوتی از اجسام سخت به دلیل میزان زیاد جذب موج در داخل این اجسام و همچنین انعکاس بخش بزرگی از سیگنال از مرز جسم نرم و سخت استفاده از روش فراصوتی خالی از اشکال نیست. به عنوان مثال در استفاده از امواج فراصوتی برای تشخیص صدمات فیزیکی وارد شده به بذر از فرکانس بالای این امواج استفاده می شود. یکی از امتیازات مهم این روش توانایی آن در تشخیص صدمات جزئی می باشد. امواج فراصوت به عنوان یک فناوری پیشرفته، کاربردهای زیادی در علوم و صنایع مختلف، از جمله کشاورزی و صنایع غذایی پیدا کرده است. به طوری که از آن به عنوان "کمک فرایند"، همراه با سایر فرایندهای فراوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد. مثلا از امواج فراصوت برای حذف قلیا در فرایند خشک کردن انگور و تهیه کشمش استفاده می شود.

از این امواج نه تنها در تیمارهای بذری و کاهش و حذف آفات و بیماری ها استفاده می شود، بلکه در مهندسی ژنتیک و انتقال ژن نیز کاربرد دارد. می توان از امواج فراصوت در درجه بندی میوه ها و سبزیجات از نظر رسیدگی استفاده نمود (میزارچ و گالیلی، ۱۹۹۶). استفاده از امواج فراصوت به عنوان یک روش اقتصادی در افزایش بهره‌وری و کاهش زمان خشک کردن انگور در تهیه کشمش شناخته می شود (مسکوکا و مرتضوی، ۱۳۸۶).

کاربرد این امواج در عصاره گیری، هیچ گونه افت احتمالی در ترکیبات شیمیایی آنتوسیانین تمشک قرمز ایجاد نکرده است (چن و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر آنتوسیانین ها، ترکیبات دیگری مثل پلی فنل ها، پلی ساکاریدها، ترکیبات آروماتیک و سایر رنگدانه ها را توانسته اند با استفاده از امواج فراصوت در مدت زمانی کوتاه با کارایی بالا استخراج نمایند (ویلخ و ماوسون، ۲۰۰۷). تیمار اولتراسونیک با تولید حباب هایی در داخل مایعات ایجاد نقاط داغ کرده و بدین ترتیب باعث انتقال گرما و انهدام میکروارگانیسم ها می شود (ایشیموری و همکاران، ۱۹۸۱؛ ساسلیک، ۱۹۹۰). تیمار بذور جو با امواج فراصوت هیچ تاثیر منفی بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نداشته و در مقابل آن را بیشتر نموده است (اسمیت و همکاران، ۱۹۸۷). بذر

تربچه تیمار شده با امواج فراصوت نسبت به شاهد از سرعت جوانه‌زنی بالاتر و افزایش ۱۳ تا ۱۶ درصدی طول ریشه‌چه برخوردار بوده است (شیمومورا، ۱۹۹۰). در پژوهشی دیده شد که استفاده از این امواج می‌تواند به کاهش ۳۰ تا ۴۵ درصدی زمان تا جوانه‌زنی بذور جو و افزایش درصد جوانه زنی منجر گردد (یلداگرد و همکاران، ۲۰۰۸). آلتراسونیک به کیفیت محصولات غذایی (ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی) آسیبی نمی‌رساند. اکنون این سوال مطرح است که آیا کاربرد توام کود بیولوژیک نیتروکسین و امواج فراصوت می‌تواند عملکرد را به صورت سینرژیسیم متاثر نماید؟

فصل دوم: مروری بر منابع

۲-۱- لوبیا چشم بلبلی

لوبیا چشم بلبلی با نام های رایج Cherry bean ،Black-eyed Pea ،Cowpea و... گیاهی از خانواده لگومینوز و زیر خانواده پروانه آسا می باشد (بنچیارلی ۱۹۹۷). این گیاه به صورت دانه خشک و یا به صورت لوبیا سبز، سبزی خوردن و همچنین علوفه سبز و کود سبز مورد استفاده قرار می گیرد. دانه آن سرشار از پروتئین و سایر مواد غذایی است و لذا به عنوان « گوشت گیاهی » شناخته می شود. دانه خشک آن محتوی ۲۲/۴٪ پروتئین، ۱/۸٪ چربی و ۶۰/۳٪ کربوهیدرات است (مجنون حسینی ۱۳۷۲). همچنین منبع غنی از کلسیم و آهن می باشد. ارزش علوفه لوبیا چشم بلبلی با یونجه قابل مقایسه است. در آمریکا بوته سبز آن در تغذیه دام مورد استفاده قرار می گیرد. علوفه خشک آن ۱۴٪ پروتئین، ۴۵/۵٪ کربوهیدرات، ۱/۴٪ چربی و ۲۶/۱٪ سلولز است. این گیاه اغلب به عنوان کود سبز برای اصلاح خاک ها کاشته می شود و آن چنان رشد رویشی زیادی دارد که سطح خاک را پوشانیده و مانع فرسایش خاک می شود (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). شخم زدن و زیر خاک بردن بقایای گیاهی لوبیا چشم بلبلی باعث تقویت و اصلاح زمین زراعی می گردد (بنچیارلی، ۱۹۹۷).

۲-۲- منشاء و انواع لوبیا چشم بلبلی

لوبیا چشم بلبلی زراعی *Vigna unguiculata (L) Walp.* عضوی است از یکی از شش زیر جنس *Vigna* (یعنی Catajang) که شامل فقط یک گونه دیگر *V. nervosa* است. این گونه به چهار زیر گونه زراعی شامل *Texfilis*، *Seguipedali*، *Biflora*، *Ungulculata* تقسیم شده است. فرم های وحشی آن در سطح کل مناطق حاره آفریقا و ماداگاسکار پراکنده شده اند اما در آسیا دیده نشده اند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

گروه *Unguiculata ssp. unguiculata* (*V. unguiculata*) یا لوبیا چشم بلبلی معمولی دارای بوته ای پهن، نیمه ایستاده یا ایستاده و یکساله می باشد که طول آن ۸۰-۱۵ سانتی متر است. طول غلاف ها ۳۰-۱۰ سانتی متر و سخت و محکم و آویزان است. غلاف ها در اوایل رشد متورم نیستند و دانه ها معمولا به طول ۱۰-۶ میلی متر هستند.

گروه *Biflora* (*V. unguiculata ssp. Cylindrica* (L.) van Eseltine) یا لوبیا Catjang: یکساله، بوته ایستاده، نیمه ایستاده تا خوابیده و به ارتفاع ۸۰-۱۵ سانتی متر است. غلاف ها ۱۲-۷/۵ سانتی متری می باشد. بوته بالا رونده و مستحکم است و دانه ها معمولا به طول ۶-۳ میلی متر می باشد.

گروه *Sesguipedalis* (*V. unguiculata ssp. Sesguipedalis* (L.) Verde.) یا لوبیای Yard- Lon: بوته ها یکساله، بالا رونده و به طول ۲ تا ۴ متر می باشد. غلاف ها به طول ۱۰۰-۳۰ سانتی متر بوده و در هنگام جوانی آویزان سست و نرم اند. دانه ها معمولا به طول ۱۲-۸ میلی متر هستند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

واویلوف هندوستان را به عنوان خاستگاه لوبیا چشم بلبلی و آفریقا و چین را به عنوان مراکز تنوع ثانویه مطرح کرد. بیشترین تنوع لوبیا چشم بلبلی در اتیوپی است. با این وجود، جایی که اولین بار این گیاه اهلی شده است به طور قطع مشخص نشده است. به نظر برخی، دو مرکز تنوع برای این گونه وجود دارد که شامل فرم های وحشی و زراعی است. یکی در غرب آفریقا (برای گروه زراعی *Unguiculata*) و دیگری در هندوستان و جنوب شرقی آسیا (برای گروه زراعی *Biflora* و گروه زراعی *Sesguipedalis*). لوبیا چشم بلبلی معمولی پراکنش وسیعی در سر تا سر مناطق حاره و نیمه حاره (حد فاصل ۳۰ درجه شمالی و ۳۰ درجه جنوبی عرض جغرافیایی) به ویژه در آفریقا دارد. خارج از آفریقا، این محصول همچنین در آسیا به ویژه در هند، استرالیا، کارائیب، جنوب ایالات متحده و مناطق پست و نواحی ساحلی جنوب و مرکز آمریکا کشت می شود. لوبیا چشم بلبلی *Gatjang* عمدتا در هند و سریلانکا و تا اندازه ای در جنوب شرقی آسیا کشت می شود. لوبیای Yard-

long بیشتر در هند، بنگلادش و جنوب شرقی آسیا و اقیانوسیه کشت می شود. اما به طور وسیعی در کل مناطق گرمسیری به عنوان یک محصول فرعی گسترش دارد (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۲-۳- تاریخچه و اهلی شدن

گفته می شود که کشت و کار لوبیا چشم بلبلی ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد در آفریقای مرکزی بر قرار بوده، در حالی که لوبیا چشم بلبلی همراه با سورگوم از طریق دریا و همچنین راه های زیر زمینی حدود ۱۵ سال قبل از میلاد به هندوستان رسید که از آنجا به چین و آسیای جنوب شرقی راه یافت. ورود این گیاه به اروپا احتمالاً حدود ۳۰۰ سال قبل از میلاد از طریق مصر و ورود آن به دنیای جدید در قرن شانزدهم بوده است.

اهلی شدن لوبیا چشم بلبلی احتمالاً در دو جا یعنی منطقه zabezian و آفریقای غربی به وقوع پیوسته است. با این حال، زیر گروه های Seguipealis و Biflora در جنوب و جنوب غربی آسیا جایی که مرکز تنوع آن ها است، گسترش یافته اند.

۲-۴- گیاهشناسی

لوبیا چشم بلبلی گیاهی یکساله با بوته ای به فرم های خوابیده، بالا رونده، ایستاده یا نیمه ایستاده است. بوته تقریباً صاف و بدون کرک بوده و طول آن بین ۰/۳ تا ۴ متر است. سیستم ریشه ای آن توسعه یافته، عمودی با تجمع گره های کروی تثبیت کننده ازت می باشد. مقطع ساقه کم و بیش چهار گوش، کمی راه راه با گره های اغلب بنفش رنگ بوده و گوشواره ها برجسته و بیضوی هستند. برگ های آن متناوب، سه برگچه ای و با دمبرگی به طول ۲۵-۵ سانتی متر است که دو برگچه اولیه متقابل، غیر متقارن، برگچه انتهایی متقارن، بیضوی، گاهی دارای بریدگی های کم عمق و ابعاد معمولاً بین ۱۳/۵-۹/۵×۷-۴ سانتی متر می باشد. گل آذین محوری و با چندین گل مجتمع نزدیک انتها می باشد. در جام گل، گلبرگ استاندارد راست و پهن بوده و به طول ۲-۳ سانتی متر است. ابعاد گلبرگ های بال ۱۲×۲۲ میلی متر و گلبرگ ناو قایق شکل به ابعاد ۱۲×۲۱

میلی متر می باشد. پرچم ها دیادلفوس (۹+۱) بوده و تخمدان با ۲۱-۱۲ عدد تخمک فشرده شده از طرفین، چسبیده (بدون پایه) و کمی کرکدار می باشد. غلاف ها، آویزان، خطی و به طول ۱۰۰-۱۰ سانتی متر هستند. دانه ها از نظر اندازه و شکل متفاوت بوده چهار گوش تا کشیده و به ابعاد ۱۰-۸×۵-۴ میلی متر و به رنگ های متنوع می باشند. لپه ها سفید تا سفید مایل به زرد است. جوانه زنی لوبیا چشم بلبلی به صورت اپی جیل است (بنچپارلی، ۱۹۹۷).

۲-۵- عوامل محیطی موثر بر رشد و نمو لوبیا چشم بلبلی (بوم شناسی)

این گیاه، گرمسیری بوده و حرارت را بهتر از حبوبات دیگر تحمل می کند. مناسب ترین دمای خاک برای رشد اولیه ۱۴ درجه سانتیگراد است برای جوانه زدن به دمای بین ۱۲-۱۵ درجه سانتیگراد نیاز دارد و دمای بین ۲۷-۳۵ درجه سانتیگراد دارای بهترین رشد و نمو خواهد بود. این گیاه به سرما حساس بوده و در یخبندان از بین می رود. لوبیا چشم بلبلی از مقاوم ترین گیاهان به خشکی هوا بوده ولی خشکی خاک بر روی تولید محصول اش تاثیر نا مطلوب می گذارد. آبیاری به هنگام گلدهی و تشکیل بذر تأثیر نیکویی بر عملکرد لوبیا چشم بلبلی خواهد داشت. عملکرد آن در مناطق مرطوب به علت خسارت آفات و امراض کاهش می یابد (حسینی، ۱۳۸۳). گیاهی روز کوتاه است و به آسانی سایه را تحمل می کند. روزهای گرم و شب های سرد باعث افزایش فعالیت غده های حاوی باکتری های خاکری ریزوبیوم می شود. البته طول روز بایستی کمتر از ۱۶ ساعت باشد (بنچپارلی، ۱۹۹۷).

۲-۶- عملیات زراعی

در پائیز سال، قبل از کاشت لوبیا چشم بلبلی، شخم به عمق ۲۵-۳۰ سانتی متر لازم می باشد. زمان کاشت لوبیا چشم بلبلی بسته به آب و هوای مناطق مختلف و هدف کشت تفاوت دارد. در مناطقی که زمستان سردی دارند باید کاشت در بهار انجام گیرد و درجه حرارت به ۱۳-۱۴ درجه سانتی گراد رسیده باشد. ولی در

مناطق که زمستان گرم و ملایم است، می توان لوبیا چشم بلبلی را به عنوان کود سبز در زمستان نیز کشت نمود. در آب و هوای معتدل بهترین زمان کاشت اواخر اردیبهشت یا اوایل خرداد ماه است (کوچکی و بنائیان، ۱۳۷۲ و مجنون حسینی، ۱۳۸۳). کوددهی این گیاه به دلیل تثبیت نیتروژن هوا در داخل غده های موجود در ریشه فقط در اوایل رشد سبزینه ای به مقدار ۱۵-۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بصورت اوره یا نترات آمونیم کفایت می نماید. لوبیا چشم بلبلی بیش از دیگر حبوبات به فسفر نیاز دارد که معمولاً به صورت فسفات آمونیم یا سوپرفسفات تریپل به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف می شود. این گیاه به پتاسیم واکنش مثبت نشان می دهد (بنچپارلی ۱۹۹۷).

برداشت لوبیا چشم بلبلی معمولاً در چند چین صورت می پذیرد، البته می توان در یک چین هم برداشت نمود. زمانی که به منظور علوفه کشت می گردد پس از رشد رویشی کافی، وقتی ۱۰-۱۵٪ گل ها در بوته ها آشکار شدند باید برای درو محصول اقدام نمود. علوفه برداشت شده به صورت سبز و تازه می توان به مصرف تغذیه دام رساند و یا سیلو کرد. اگر لوبیا چشم بلبلی به عنوان کود سبز کاشته شده باشد پس از اینکه بوته ها رشد کافی نمودند قبل از گل دادن مزرعه را شخم زده و بوته ها را در عمق ۲۰-۲۵ سانتیمتر خاک دفن می کنند (بنچپارلی، ۱۹۹۷). عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی از ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در کشاورزی بدوی آفریقا، تا ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در زراعت پیشرفته صنعتی متغیر است. از ارقام اصلاح شده تحت کشت در ایران (کامران ، پرستو ، مشهد) می توان حدود ۲ تن در هکتار محصول برداشت کرد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

۲-۷- خصوصیات فیزیکی فراصوت (Ultrasound)

صوت یک انرژی مکانیکی است که از ماده عبور می کند. تغییرات پریودیک فشار در اثر عبور صوت، باعث نوسان مولکول های جسم حول محل آنها می گردد. فرکانس صوت در واقع تعداد نوسانات مولکول ها یا تعداد تکرار سیکل نوسانات در هر ثانیه می باشد. فراصوت موجی است که فرکانسی بیش از فرکانس شنیداری (

20 KHz) دارد و برای انتشار به محیط مادی نیاز دارد (جامبارک و همکاران، ۲۰۰۸). امواج فراصوتی به صورت های گوناگون می باشد که مهم ترین آنها شامل ۱. امواج طولی پیش رونده ۲. امواج عرضی می باشند. در امواج طولی^۱ ارتعاش ذرات در جهت مسیر انتشار انرژی موج است. در این نوع موج، مولکول های ماده در جهت حرکت موج به سمت جلو و عقب ارتعاش می کند. در امواج عرضی^۲ حرکت ذرات بر مسیر انتشار انرژی موج، عمود است.

در بیشتر کاربردهای بیولوژیک از امواج طولی استفاده می شود. امواج طولی شامل سطوح انقباض و انبساط زیادی است، این امواج سینوسی در واحد زمان دارای یک بعد یا دامنه بوده که از رابطه زیر بدست می آید:

$$A = A \sin (2\pi ft)$$

در این موج سینوسی دو ناحیه فشردگی و انبساط وجود دارد. در ناحیه فشردگی، ذرات به هم نزدیک تر بوده و در نقطه ماکزیمم دامنه است اما در ناحیه انبساط ذرات به علت فشار منفی از هم باز شده و فاصله گرفته اند.

۲-۸- فرکانس امواج فراصوتی

هرچه فرکانس فراصوت بیشتر باشد مولکول ها بایستی بیشتر حرکت کنند و در اثر ویسکوزیته اصطکاک زیاد شده، زمان بازگشت به حالت اولیه کم و جذب زیاد می شود.

1. Longitudinal wave
2. Transverse wave

۹-۲- اصطکاک یا ویسکوزیته محیط منتقل کننده

ویسکوزیته عبارتست از غلظت یا رقت ماده ، هرچه فاصله بین مولکول های یک ماده کمتر باشد احتمال اصطکاک بین مولکولی بیشتر بوده و انرژی گرمائی تولید شده هم بیشتر است.

۱۰-۲- زمان استراحت مولکولی

زمان استراحت^۱ عبارتست از زمانی که مولکول ها پس از جا به جا شدن توسط نیرو به جای اصلی خود باز می گردانند. به این فاصله زمانی یعنی فاصله زمانی بازگشت به مکان اولیه، زمان استراحت مولکولی می گویند. اگر این زمان زیاد باشد مولکول قبل از بازگشت کامل به مکان اولیه فشار مثبت دیگری به آن اعمال می شود و برخورد نیروهای متقابل به وجود می آید و در نتیجه گرما تولید می شود. هر اندازه فاصله بین نقاط فشردگی کم باشد به عبارتی فرکانس امواج فراصوت زیاد باشد احتمال این برخورد زیادتر بوده و گرمای بیشتری تولید می شود.

۱۱-۲- تضعیف

تضعیف امواجی فراصوتی در یک محیط عبارتست از کم شدن انرژی، شدت و دامنه موج هنگام عبور از یک ماده که اغلب بر اثر جذب و پراکندگی موج صورت می گیرد. شدت تضعیف موج بستگی به خصوصیات ماده ای دارد که موج از آن عبور می کند و با رابطه زیر بیان می شود.

$$I = I_0 e^{-\mu z}$$

که در آن $I(\omega/m^2)$ شدت موج دریافتی و I_0 شدت موج ارسالی و $\mu = 2a$ که a ضریب تضعیف دامنه موج

عدد ثابتی بوده و برای مواد مختلف در فرکانس های مختلف متفاوت است (کریستین سن، ۱۹۸۸).

1 . Relaxation time

۲-۱۲- مبدل فراصوت

یک مبدل ساده فراصوت از قسمت های زیر تشکیل شده است:

۱. بدنه ۲. قطعه پیزوالکتریک ۳. دو سیم که یکی از رو و دیگری از زیر قطعه پیزوالکتریک رد می شوند (Hot and Ground electrode) ۴. لایه تطبیق (Matching Layer) : این لایه برای تطبیق امپدانس بوده و باعث می شود انرژی بیشتری وارد بافت شود. ۵. Backing Material : این قسمت به منظور میرا کردن امواج بکار می رود (هدریک و همکاران، ۲۰۰۵).

۲-۱۳- امواج فراصوتی و تعیین کیفیت

کیفیت محصول و ارزیابی آن یکی از جنبه های مهم تولید محصولات کشاورزی و دامی است. عبور نور و میزان بازتابش آن (پرتو مادون قرمز^۱ و ...). پرتو های یونیزه ، اشعه ایکس ، MRI و امواج فراصوتی صورت های مهمی از انرژی هستند که برای تشخیص غیر مخرب^۲ کیفیت محصولات کشاورزی کاربرد دارند (ابوت و همکاران، ۱۹۹۷). پرتوهای الکترو مغناطیس یعنی پرتو ایکس یا پرتو گاما با طول موج بسیار کوتاه به درون محیط های جامد نفوذ می کنند، اما جزئی از آنها به وسیله محیط جذب می شوند. در این روش امواج فراصوت با فرکانس بالا و با دامنه کم به داخل جسم فرستاده می شوند. این امواج پس از برخورد به هر گسستگی بازتابیده می شوند. از روی دامنه و زمان بازگشت این امواج می توان به مشخصه های این گسستگی پی برد. از کاربردهای این روش می توان به اندازه گیری ضخامت و تشخیص عیوب موجود در اجسام نام برد. یکی از امتیازات مهم این روش توانایی آن در تشخیص عیوب بسیار کوچک به علت فرکانس بالای این امواج و در نتیجه طول موج بسیار کوچک آن ها است. با وجودی که پرتونگاری آزمون غیرمخرب مفیدی است اما ویژگی های ناخواسته ای دارد. در مقایسه با دیگر روش های آزمون غیر مخرب، روش پرهزینه تری می باشد، فضای نسبتاً زیادی را در یک

1 .Near Infrared (NIR)

2 . Non destructive tests

آزمایشگاه به خود اختصاص داده و قابلیت جابه جایی (پرتابل) ندارد. مهم تر اینکه این روش خطر تشعشع دارد و نمی توان آن را در محل کار برد که این عیب بسیار بزرگی برای آن می باشد. در این میان سیستم فراصوتی به علت کوچک و قابل حمل بودن ، هزینه پائین ، ایمنی بالا و طیف وسیع کاربرد اندازه گیری ضخامت، تعیین لایه ها، اندازه گیری سرعت سیال در لوله ها و تصویربرداری درون مواد از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و به علت اینکه امواج فراصوت دارای هیچگونه عوارض جانبی نیست استفاده از آن به صورت مکرر امکان پذیر می باشد آسان بودن کار با سیستم های مبتنی بر روش فراصوت باعث فراگیر شدن و حتی تعریف معارف جدید برای آن شده است.

امواج فراصوتی همانند سایر امواج در برخورد با مرز بین لایه های مختلف از خود خواصی نظیر بازتابش، شکست، تضعیف، تداخل و جذب را نشان می دهد. به طور معمول از خواصی نظیر سرعت انتشار موج ، بازتابش و تضعیف برای تعیین کیفیت داخلی محصولات کشاورزی و دامی استفاده می شود (کنور و همکاران، ۲۰۰۴؛ میزارچ و همکاران، ۱۹۸۹).

۲-۱۴- کاربردهای امواج فراصوت

۲-۱۴-۱- کاربردهای صنعتی

- اندازه گیری ضخامت و تشخیص عیوب موجود در قطعات
- توانایی تشخیص عیوب بسیار کوچک به علت فرکانس بالا و طول موج بسیار کوچک
- امواج فراصوت برای آزمون فلزات نیز استفاده می شود.
- امواج فراصوت برای حذف رسوبات و سایل آزمایشگاهی استفاده می شود.

- از امتیازات آلتراسونیک توانایی آن در تشخیص صدمات شیمیایی است.

۲-۱۴-۲- کاربرد های امنیتی

در سامانه های امنیتی اماکن و خودروها از حسگر فراصوت برای تشخیص حرکت اشیا به وفور استفاده می شود. پلیس از این سیستم برای کنترل سرعت خودروها استفاده می کند.

۲-۱۴-۳- رادار

در کشتی ها و زیر دریایی ها از این سیستم برای کنترل عمق دریا و پی بردن به وجود اشیا داخل آب استفاده می شود. از رادارهای آلتراسونیک برای پی بردن به وجود پرند های بدون سرنشین نیز استفاده می گردد.

۲-۱۴-۴- کاربرد های پزشکی، سونوگرافی

در علوم پزشکی برای تشخیص بافت های طبیعی ، غیر طبیعی و شرایط رشد جنین قبل از تولد از امواج فراصوت استفاده می شود. به عنوان مثال استفاده از امواج آلتراسونیک برای تشخیص عدم تقارن در مغز به دلیل وجود تومور یا خونریزی مغزی، که لازم است که این امواج از دیوار نازک جمجمه ، جنب لاله گوش یا حذقه چشم به داخل ارسال شود برای این کار از توان های زیادتر استفاده می شود. این امواج در مهندسی ژنتیک و انتقال ژن نیز کاربرد دارد.

۲-۱۴-۵- کاربرد در صنایع غذایی

استفاده از فراصوت در صنایع غذایی می تواند به صورت فراصوت تشخیصی^۱ انرژی کم (کمتر از 1 w/cm²) و محدوده فرکانسی بیش از ۱۰۰ کیلوهرتز تا چند مگاهرتز و یا فراصوت قدرتی^۲ با انرژی بالا (بیش از 1 w/cm²) در محدوده فرکانسی ۱۸ تا ۱۰۰ کیلوهرتز باشد. از کاربرد های سیستم فراصوتی تشخیصی، تعیین اشیاء خارجی در بسته بندی محصولات غذایی مانند پنیر در عمق ۷۵ میلیمتری پنیر یا تشخیص اشیاء خارجی در بطری های شیشه ای نوشابه توسط یک مبدل متصل به هوا^۳ می باشد.

از کاربرد های مهم امواج فراصوت با انرژی کم در صنایع غذایی می توان به کریستالیزه کردن (مانند بلورسازی قند)، تمیز کردن سطح مواد غذایی (سطح میوه)، تأثیر بر روی آنزیم ها (مانند غیر فعال کردن آنزیم پکتیناز در فرآیند تولید خیارشور که باعث تردی خیارشور می گردد)، فرآیند تشکیل امولاسیون (مثلاً تشکیل سس مایونز که ترکیبی از تخم مرغ، سرکه و روغن است)، تصفیه کردن، در فرآیند خشک کردن و منجمد کردن که نمونه بارز آن ترد کردن گوشت می باشد و در فرآیند خشک کردن انگور به منظور حذف قلیا و تهیه کشمش استفاده می شود و امکان جایگزینی این فناوری به جای روش های سنتی وجود دارد (مسکوکا و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین می توان از امواج فراصوت در درجه بندی میوه ها و سبزیجات از نظر رسیدگی نیز استفاده نمود (میزارچ و همکاران، ۱۹۹۶). به منظور استفاده از امواج فراصوت در تعیین ویژگی های میوه ها و سبزیها لازم است که ویژگی های مهم آنها نظیر رسیدگی را به پارامترهای قابل اندازه گیری نظیر سرعت، تضعیف و مقاومت ارتباط دهیم. وجود فضاهای هوایی بین سلول بیشترین تأثیر را بر خواص آلتراسونیک میوه ها و سبزیها می گذارد. بنابراین برخی از میوه ها و سبزیها (نظیر سیب، موز، خیار و هندوانه، سیب زمینی و کدو) ضرایب تضعیف بسیار زیادی دارند و سرعت آلتراسونیک آنها کمتر از سرعت اولتراسونیک هواست. محققان با اندازه گیری دامنه یک پالس منعکس شده آلتراسونیک از سطح میوه ها و سبزیهای مختلف نظیر گوجه فرنگی و ذرت

1 . Diagnostic ultra sound
2 . Power ultra sound
3. Air coupled transducer

شیرین برای تعیین میزان صافی، ترکها و معایب سطحی آنها استفاده کرده اند. علاوه بر این آنها کیفیت آب مرکبات بسته بندی شده در پاکتهای کاغذی را بوسیله سنسورهای آلتراسونیک به طریقه on-line مورد بررسی قرار داده اند. فراصوت قابل رقابت با سایر تکنیک ها جهت تعیین میزان قند در آبمیوه ها و نوشیدنی هاست. مزیت آن بر سایر روش ها اینست که می تواند جهت کنترل فرایند به طریقه on-line بکار برده شود.

به عبارتی دیگر از امواج فراصوت با شدت پائین به عنوان روش تجزیه ای در تهیه اطلاعات مربوط به ویژگی های فیزیکی و شیمیائی مواد غذائی استفاده می شود. در این حالت توان رفته به حدی پائین است که پس از قطع امواج فراصوتی هیچگونه تغییری در خواص فیزیکی و شیمیائی مواد غذائی ایجاد نمی شود به همین دلیل به این تکنیک غیر مخرب می گویند و از آن می توان در اندازه گیری ضخامت، تشخیص حجم خارجی، اندازه گیری فلوریت، تعیین ترکیبات متشکله، اندازه ذرات و غیره استفاده کرد (سالا و بارگاس، ۱۹۹۶؛ بریتباک و همکاران، ۲۰۰۲).

از کاربرد های مهم امواج فراصوت با انرژی بالا می توان به گاززدائی مایعات خارجی مانند نوشابه ها، استخراج آنزیم ها و پروتئین ها، غیر فعال سازی آنزیم ها (مانند آنزیم کاتالازوپروکسیداز در میوه و سبزیجاتی که جهت کنسرو کردن به کار می رود) و ... اشاره نمود. در امواج فراصوتی با شدت بالا که در آنها از توان بالا استفاده می شود به عنوان ابزاری در تغییر ویژگی های مواد غذائی نظیر هموژنیزه کردن، تمیز کردن، استریل کردن، حرارت دادن، امولسیته کردن، مهار فعالیت آنزیم ها و میکروب ها و متلاشی کردن سلول، تشدید واکنش های اکسیداسیون، اصلاح گوشت، اصلاح کریستالیزاسیون و استفاده می شود (گالگو و همکاران، ۲۰۰۳؛ شافیر رحمان، ۲۰۰۰).

کاربرد عمده فراصوت با شدت پائین در صنایع لبنیات، تعیین ترکیب شیر و محصولات لبنی یعنی غلظت گلبول های چربی، مواد جامد غیر چرب و کل ماده جامد است. سرعت و تضعیف امواج فراصوتی در لبنیات به ساختمان میکروسکوپی و ترکیب آنها بستگی دارد. اندازه گیری میزان تضعیف امواج فراصوتی روش

مفیدی در تعیین زمان انعقاد شیر و تغییرات ویسکوزیته ظاهری حین انعقاد شیر به صورت غیر تخریبی است. زمانی که شیر منعقد می شود ضریب تضعیف آن به شدت کاهش می یابد. از امواج فراصوتی در بررسی ضایعات ساختمان و تشخیص حفرات توخالی پنیر نیز استفاده می شود زیرا خواص پنیر در تعیین سرعت و تضعیف فراصوت اثر می گذارد (چیستی، ۲۰۰۲). علاوه بر این برای تخمین اندازه و غلظت حباب های موجود در خامه زده شده و ماست از این روش استفاده می شود. اثر امواج فراصوتی در افزایش هیدرولیز لاکتوز در شیر تخمیری بالاکتوز سیلوس دلبروکی زیرگونه بولگارکوس بررسی شده است. شیرهای تخمیر شده حاوی مقادیر کمی لاکتوز برای افرادی هستند که نمی توانند لاکتوز را تحمل نمایند. تابش امواج فراصوتی سبب رهاسازی بتاگالاکتوریداز داخلی سلول شده و در نتیجه هیدرولیز لاکتوز افزایش می یابد. به طور کلی کاربردهای این تکنیک در صنایع لبنیات شامل تمیزسازی، غیر فعال کردن باکتری ها و آنزیم ها و هموژنیزاسیون می باشد. برای اولین بار در صنایع غذایی از امواج فراصوتی برای تعیین چربی کره و ماده خشک بدون چرب در شیر^۱ استفاده نمودند (فیتزجرال و همکاران، ۱۹۴۱).

محققین در پژوهشی برای تعیین کیفیت سبزی و میوه به صورت غیرتخریبی از یک دستگاه امواج فراصوتی آزمایشگاهی استفاده نمودند. آنها سرعت پخش امواج، میزان تضعیف و خصوصیات انعکاسی محصولاتی مانند آووکادو، خیار، هویج، سیب، هندوانه را در فرکانس ۵۰ کیلوهرتز مورد مطالعه قرار دادند (میزارچ و همکاران، ۱۹۸۹). پژوهشگران با اندازه گیری میزان تضعیف امواج فراصوتی ۱/۵ تا ۷ مگاهرتز یک روش موثر غیر تخریبی برای نمایش انعقاد شیر مایه زده و تعیین زمان صحیح پنیرسازی ابداع نمودند (ساندرام و چیانی، ۱۹۹۴). امروزه از امواج فراصوتی به صورت موفقیت آمیزی برای میکروب زدائی پوست مرغ، تعیین میزان چربی حیوانات زنده، زردپی و دیگر ترکیبات آنها استفاده می شود. محققین روشی را برای اندازه گیری ضخامت چربی زیرپوست گاو شیرده در طول دوران شیردهی با بکارگیری یک حسگر ۷/۵ MHz مورد بررسی قرار دادند. آنها با قرار دادن

¹ .Solid noufat

سنجه هایی در طرفین ران و بین دنده های ۱۲ و ۱۳، میزان تغییرات چربی را با اندازه گیری مقادیر^۱ B-mode ،^۲ A-mode تا عمق ۳۰ میلیمتری بررسی کرده و الگوریتمی را برای تعیین تغییرات چربی گاو در طول دوران شیردهی پیشنهاد دادند (میزارچ و همکاران، ۱۹۹۱).

تکنیک فراصوت مزایای اساسی نسبت به سایر روش های تجزیه ای و تکنیک های مورد استفاده برای کنترل عملیات فرآیند مواد غذایی دارد، زیرا در حالیکه بسیاری از این روش های تخریبی وقت گیر بوده و نیاز به نیروی کار زیاد و آماده کردن مقادیر زیادی نمونه و همچنین وجود سیستم هائی دارند که نور را از خود عبور می دهند، این روش نیازی به آماده سازی نمونه نداشته، دقیق و نسبتاً ارزان است و می تواند به سرعت کمتر از یک ثانیه به طور غیرتخریبی در طی فرآیند فراوری مواد غذایی در تعیین ویژگی ها و کیفیت غذاها حتی مواد غذایی تغلیظ شده و از لحاظ نوری، کدر نیز به کار برده شود و بنابراین سبب افزایش بازده و کاهش هزینه تولید محصول می شود. در نتیجه انتظاری رود درآینده فراصوت هم به عنوان یک ابزار مهم تحقیق در تهیه اطلاعاتی راجع به رابطه بین خواص فیزیکی شیمیائی غذاها با ویژگی های مولکولی ساختمانی آنها و هم به منظور بررسی مداوم و بهتر کیفیت و خواص مواد غذایی در طی تولید و نگهداری به عنوان حسگربرخط^۳ کاربرد فزاینده ای داشته باشد. از جمله کاربردهای مفید امواج فراصوتی بررسی بافت، ویسکوزیته و غلظت مواد غذایی جامد و مایع، اندازه گیری ضخامت، سطح و درجه حرارت و همچنین تعیین ترکیبات میوه ها، سبزی ها، گوشت، لبنیات و سایر محصولات است. به علاوه استفاده از فراصوت، بدست آوردن اطلاعات را در مواردی که به کمک سایر روش ها دشوار است به راحتی امکان پذیر می سازد. از آن جمله کنترل و بازرسی مداوم و اتوماتیک عملیات خط تولید نظیر تعیین اندازه ذرات تولید شده بوسیله هموزنایزر، آسیاب کلوئیدی و مخلوط کن می باشد، همچنین تعیین میزان جرم گرفتگی لوله ها، ضخامت لایه های شکلات و شیرینی جات و ضخامت چربی یا بافت بدون چربی در گوشت و تعیین درجه حرارت در شرایطی که با استفاده از سنسورهای متداول امکان پذیر نمی باشد.

-
- 1 . Brightness mode
 - 2 . Amplitude mode
 - 3 . On-Line sensor

۲-۱۴-۶- کاربردهای کشاورزی

امواج فراصوت کاربردهای فراوانی دارد، به طوری که نه تنها در تیمارهای بذر و کاهش و حذف آفات و بیماری ها کاربرد دارد، بلکه این امواج در مهندسی ژنتیک و انتقال ژن نیز کاربرد دارد. افزایش تقاضای روز افزون مصرف کنندگان برای استفاده از محصولات با کیفیت منجر به استفاده از تکنولوژی های جدید شده است. کیفیت محصول عمدتاً شامل ارزش غذایی، ترکیبات شیمیایی، خواص مکانیکی و عدم وجود نقص می باشد که هر یک به عنوان موضوعی برای بسیاری از مطالعات مد نظر قرار گرفته است. فناوری استفاده از امواج فراصوت یکی از روش های صوتی استفاده شده در کشاورزی به خصوص در ارزیابی کیفیت و عملکرد محصولات زراعی است.

۲-۱۵- ضرورت استفاده از فراصوت در کشاورزی

۱. استفاده از تکنولوژی های جدید غیر مخرب و مانند آلتراسونیک ضروری است.
۲. آلتراسونیک به ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی آسیبی نمی رساند.
۳. ارزیابی کیفیت محصول و افزایش عملکرد محصولات زراعی
۴. امواج فراصوت در تیمارهای بذر و کاهش و حذف آفات و بیماری ها کاربرد دارد.
۵. اندازه گیری و تشخیص عیوب فیزیکی بسیار کوچک (ترک های میکروسکوپی) موجود در بذور

۲-۱۶- اثرات اصلی امواج فراصوت

۱. ایجاد پدیده حفرگی یا تشکیل حباب های بسیار ریز است.
۲. اثر انقباض و انبساط به صورت لحظه ای و نقطه ای.

۳. حرارت و فشار فوق العاده زیاد در محیط مایع ایجاد می شوند.

۴. امواج فراصوت، گرادیان فشار را در سطح گاز- مایع تحت تاثیر قرار می دهد.

۵. تیمار آلتراسونیک با تولید حباب هایی در داخل مایعات ایجاد نقاط داغ کرده و باعث افزایش انتقال

گرما و انهدام میکروارگانیسم ها می شود (ایشیموری و همکاران، ۱۹۸۱؛ ساسلیک، ۱۹۹۰).

۲-۱۷- سابقه و ضرورت انجام تحقیق بر امواج فراصوت

پژوهش هایی درباره استخراج آنتوسیانین از میوه ها و بررسی پایداری آن در شرایط مختلف بوسیله امواج فراصوت انجام شده است (مسکوک و مرتضوی، ۱۳۸۰). همچنین در عصاره گیری با امواج فراصوت هیچ گونه تغییر شیمیایی که سبب افت احتمالی ترکیبات شیمیایی آنتوسیانین تمشک قرمز شود وجود ندارد (چن و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه بر آنتوسیانین ها، ترکیبات دیگری مثل پلی فنل ها، پلی ساکاریدها، ترکیبات آروماتیک و سایر رنگدانه ها را با استفاده از امواج فراصوت در مدت زمانی کوتاه با کارایی بالا می توان استخراج نمود (ویلخو و همکاران، ۲۰۰۷). افزایش ضریب تضعیف امواج فراصوتی عبور کرده از میان بافت هندوانه با میزان رسیدگی آن گزارش شده است (کلارک و شاکلفورد، ۱۹۷۵). می توان از تغییرات سرعت موج فراصوت در میوه ها و سبزی ها، جهت درجه بندی رسیدگی آن ها استفاده نمود (میزارچ و همکاران، ۱۹۹۶). استفاده از امواج فراصوت به عنوان یک روش اقتصادی در افزایش بهره وری و کاهش زمان خشک کردن انگور در تهیه کشمش موثر است (مسکوک و همکاران، ۱۳۸۶). امواج آلتراسونیک در مالت سازی برای افزایش میزان فعالیت آنزیم مربوطه موثر است (کریسوستو، ۱۹۹۶؛ اسکمیدت و همکاران، ۱۹۸۷). تیمار آلتراسونیک باعث فعالیت افزایش آنزیم ها می شود (بارتون و همکاران، ۱۹۹۶؛ زرر و همکاران، ۱۹۸۷). تیمار آلتراسونیک با تولید حباب هایی در داخل مایعات ایجاد نقاط داغ کرده و بدین ترتیب باعث افزایش انتقال گرما و انهدام میکروارگانیسم ها می شود (ایشیموری و همکاران، ۱۹۸۱ و ساسلیک، ۱۹۹۰). آلفاآمیلاز در جو چه به صورت تثبیت شده و یا به صورت آزاد نه تنها در معرض تابش امواج فراصوت غیر فعال نشده بلکه فعال تر هم می شود (اسمیت و همکاران،

۱۹۸۵). بذر تریچه تیمار شده با امواج فراصوت، افزایش سرعت جوانه زنی و همچنین افزایش ۱۳ الی ۱۶ درصدی طول ریشه چه را نسبت به شاهد نشان داد (شیمومورا ۱۹۹۰). در پژوهشی به کاهش ۳۰ الی ۴۵ درصدی در زمان جوانه زنی در بذور جو و افزایش درصد جوانه زنی پس از تیمار بذور با امواج فراصوت اشاره شده است (یلداگرد و همکاران، ۲۰۰۸).

۲-۱۸- اثرات مخرب امواج فراصوت بر روی آنزیم ها در شدت بالای پرتودهی

اثرات امواج فراصوت بر روی آنزیم ها اغلب با چندین فرآیند مکانیکی و سونوشیمیایی مرتبط است که به وسیله پدیده حفرگی ایجاد می شود. در شدت های بالای پرتودهی امواج فراصوت میکروجت های مایع تولید شده به وسیله فروپاشی متقارن حباب های حفرگی، تنش های برشی در مایع پرتو دهی شده و میکروجریان هایی که معلول حباب های نوسان کننده پایدار می باشند قادر به رساندن آسیب مکانیکی به تمامیت ساختمان پروتئین می باشند و باعث افت فعالیت آنزیم می شوند. مکانیسم دیگری که در طی آن آنزیم های صوت دهی شده غیر فعال می شوند به واسطه تغییر و تحول و یا آسیب ساختار مولکولی آنزیم می باشد. رادیکال های آزاد که ذراتی با الکترون های جفت نشده و با فعالیت واکنش پذیری خیلی بالا هستند، توزیع بار بر روی سطح پروتئین را تغییر داده و باعث رساندن آسیب جدی به ناحیه فعال آنزیم شده بنابراین میل ترکیبی آنزیم با سوبسترا را از بین می برند.

طبق فرآیندهای فوق گرادیان های فشار بالای بوجود آمده توسط امواج فراصوت در درون مایع باعث پارگی و تکه تکه شدن مولکول های پروتئین و تغییر شکل ساختار آن می شوند، در حالی که گرادیان های دمای بالا منجر به غیر فعال سازی گرمایی یا پرولیز پیوندهای آن می شوند (اثرات مکانیکی صوت) و طبق مکانیسم اثرات سونوشیمیایی صوت، هر حباب تولید شده به وسیله امواج فراصوت به منزله میکرواکتور کوچکی عمل می کند که تولید نقاط داغ موضعی نموده و دما و فشار در داخل این حباب ها به میزان قابل توجهی

افزایش می یابد (ساسلیک، ۱۹۹۰). این دماها و فشارهای بالا ساختار فعال آنزیم را غیر فعال می نماید. اثرات سینرژیستی امواج فراصوت و گرما بر روی آنزیم ها در دماهای بالا مسجل شده است (لوپز و همکاران، ۱۹۹۷) و این احتمالاً به دلیل افزایش فشار بخار مایع در اطراف حباب های حفرگی می باشد که منجر به کاهش فروپاشی حباب ها شده و باعث می شود که فروپاشی حباب ها کمتر صورت بگیرد (ساسلیک، ۱۹۸۸). ضمناً اثر امواج فراصوت بر روی آنزیم ها مشابه اثر آن بر آنزیم پکتین متیل است.

گزارش های مربوط به افزایش فعالیت آنزیم های آزاد در محیط آزمایشگاه در حضور امواج فراصوت محدود می باشد. به طور غیر قابل انتظار در شدت های پرتو دهی پایین، بعضی از آنزیم ها مانند گلوکوامیلاز و آلفا آمیلاز تثبیت شده در خلل و فرج سلیکازل و یا به صورت آزاد نه تنها در معرض تابش امواج فراصوت غیر فعال نشده بلکه فعال تر هم می شوند (اسکمیدت، ۱۹۸۸). از این رو میزان فعالیت آلتراسونیک نقش مهمی در فعال سازی یا غیر فعال سازی بیشتر آنزیم ها دارد. گزارش های زیادی توسط محققان مختلف در مورد افزایش فعالیت آنزیم های آزاد تحت شرایط تابش ملایم امواج فراصوت منتشر شده است که از جمله به افزایش فعالیت آلفا کیموتریپسین بر روی کازیین در شدت های پایین، و از طرف دیگر کاهش فعالیت این آنزیم در شدت های بالا می توان اشاره کرد (ایشیموری و همکاران، ۱۹۸۱). فعالیت آنزیم ها به عنوان کلید واکنش های بیوشیمیایی با تنظیم خوب پرتو افکنی فراصوت افزایش می یابد (بارتون و همکاران، ۱۹۹۶؛ زرنر و همکاران، ۱۹۸۷؛ ایشیموری و همکاران، ۱۹۸۱؛ اسکمیدت، ۱۹۸۸).

موثر بودن امواج فراصوت بر روی میزان غیر فعال سازی آنزیم نشان داد که با افزایش شدت صوت میزان فعالیت آنزیم کاهش می یابد. از آنجا که فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در حرارت ۳۰ درجه از بین نمی رود، کاهش فعالیت آنزیم و در نتیجه کاهش میزان جذب صرفاً به واسطه اثرات امواج فراصوت می باشد. غیر فعال سازی آنزیم آلفا آمیلاز جو باعث تولید رادیکال های آزاد و نیروهای برشی می شود که در نتیجه باعث تغییر و تحول و آسیب بیشتر به ساختار آلفا آمیلاز می شود و در نهایت منجر به غیر فعال سازی بیشتر خواهد شد.

۲-۱۹- تعریف و انواع کودهای زیستی

اصطلاح کودهای زیستی، منحصر به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی گردد، بلکه ریز جانداران باکتریایی و قارچی مفید و مواد حاصل از فعالیت آن ها نیز از جمله کودهای زیستی محسوب می شوند. به عبارت دیگر کودهای زیستی مواد نگهدارنده ای با انبوه متراکم یک یا چند نوع ریزجاندار مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیک آن ها می باشند که در ارتباط با تثبیت زیستی نیتروژن یا فراهمی فسفر، گوگرد و سایر عناصر غذایی به ویژه ریز مغذی ها در خاک فعالیت می کنند و در صورت مصرف از طریق تلقیح بذر، سطح گیاه یا خاک در ناحیه اطراف ریشه یا درون گیاه تشکیل کلونی داده و با افزایش فراهمی عناصر غذایی موجب افزایش رشد و نمو گیاه میزبان می گردند (وسی، ۲۰۰۳).

استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی موجب اختلال در فعالیت های بیولوژیک و فیزیک خاک و تجمع نمک حاصل از کود دهی بیش از حد شده است (امیدی و همکاران، ۲۰۰۹). استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی از قدمت بسیار زیادی برخوردار است و در گذشته نه چندان دور تمام مواد غذایی مورد استفاده انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می شده است. ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. اگرچه کاربرد کودهای بیولوژیک به علل مختلف در طی چند دهه گذشته کاهش یافته است ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی بوجود آورده است، استفاده از آنها در کشاورزی مجدداً مطرح شده است. بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد، از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثر ثمر واقع شده و می تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. در حال حاضر نگرش های جدیدی که در ارتباط با کشاورزی تحت عنوان کشاورزی پایدار، ارگانیک و بیولوژیک مطرح می باشد به بهره برداری از چنین منابعی استوار است (صالح راستین، ۱۳۸۰). بر این مبنا کودهای زیستی عمدتاً شامل باکتری های محیط ریشه تثبیت کننده زیستی نیتروژن مولکولی همزیست، آزادی و همیار، باکتری ها و قارچ های حل کننده فسفات، قارچ ها و

باکتری های حل کننده سیلیکات، باکتری های اکسید کننده گوگرد (تیوباسیلوس)، قارچ های میکوریزایی و غیره و مواد حاصل از فعالیت آن ها می باشند (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری های محرک رشد گیاه ، مهم ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری های مذکور به شمار می آید.

۲-۲۰- باکتری محرک رشد^۱

گروهی از باکتری های مفید خاکزی که سبب افزایش رشد گیاه می شوند به اصطلاح تحت عنوان باکتری های افزایش دهنده رشد گیاه نامیده می شوند (قلوند و همکاران، ۱۳۸۵). اصطلاح^۱ PGPR نخستین بار توسط کلپر و اسکروت در سال ۱۹۷۸ به کار برده شد. تلقیح با باکتری محرک رشد تا حدی تامین کننده عناصر غذایی ضروری برای رشد و نمو گیاه می باشد. عکس العمل مثبت گیاه نسبت به کاربرد آن از طریق بهبود رشد رویشی و افزایش پیکره گیاه نمایان می شود. علاوه بر این افزایش سطح اندام های سبز گیاه می تواند در افزایش فتوسنتز و سنتز مواد فتوسنتزی در گیاه نیز موثر واقع شود (کاپالنیک و همکاران، ۱۹۸۲).

۲-۲۱- نیتروکسین

نیتروکسین یکی از کودهای بیولوژیکی می باشد و شامل دو نوع باکتری به نام های ازتو باکتر و آزوسپریلوم می باشد که جزء موثرترین باکتری های تثبیت کننده نیتروژن مولکولی هستند و قابل استفاده برای تمام گیاهان می باشد. این باکتری ها می توانند تا حدود ۵۰ کیلو گرم در هکتار در سال نیتروژن تثبیت نموده و در اختیار گیاه قرار دهند.

1 - Plant Growth Promoting Rhizobacteria

۲-۲۶- ساز و کارهای فعالیت باکتری های افزاینده رشد گیاه

۲-۲۶-۱- مستقیم

- تثبیت نیتروژن مولکولی اتمسفر که نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی، سطح برگ و فعالیت های فتوسنتزی شده و در ساختمان پروتئین ها، اسید های نو کلئیک، آنزیم ها و کلروفیل حضور دارد.
- تولید فیتو هورمون هایی مانند تیامین، نیکوتین، استیک اسید، اکسین (شکل گیری ریشه و توسعه سلول های گیاهی) و جیبرلین (طویل شدن ساقه) و سیتوکینین (تقسیمات سلولی، توسعه بافت، جوانه زنی بذر، تاخیر پیری و تجمع کلروفیل) ... که موجب بهبود شرایط تغذیه و رشد در گیاه می شوند. این فیتو هورمون ها می توانند در تشگیل گره موثر باشند.
- تسریع در معدنی شدن و قابلیت جذب عناصر غذایی (افزایش انحلال فسفر، پتاسیم، افزایش قابلیت دسترسی آهن).

۲-۲۶-۲- غیر مستقیم

- اثرات غیر مستقیم باکتری ها بر رشد گیاه هنگامی مشخص می شود که باکتری های محرک رشد شرایط محدود کننده رشد گیاه را از بین برده و یا کاهش دهند.
- کاهش فعالیت پاتوژن های گیاهی به وسیله تولید آنتی بیوتیک ها، سیدروفور و آنزیم ها.
 - افزایش مقاومت گیاهان به تنش شوری، خشکی و... از طریق کاهش یا جلوگیری از سنتز اتیلن و آبسزیک اسید در گیاهان تحت شرایط تنش (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۲۷- واکنش گیاهان در تلقیح با نیتروکسین

- افزایش در وزن خشک کل گیاه

- افزایش میزان نیتروژن در ساقه و دانه ها
- افزایش تعداد کل پنجه ها پنجه های بارور و خوشه ها
- گلدهی و خوشه دهی سریع تر گیاه
- افزایش تعداد سنبله و دانه در سنبله
- افزایش وزن دانه
- افزایش ارتفاع گیاه و اندازه برگ
- افزایش سرعت جوانه زنی و ظهور گیاهچه
- افزایش طول ریشه و تعداد ریشه های جانبی

۲-۲۸- تاثیر باکتری های محرک رشد بر رشد گیاه از طریق ترشح فیتوهورمون ها

به طور کلی باکتری های محرک رشد، رشد گیاه را از طریق سنتز پیش ماده ای فیتوهورمون ها، ویتامین ها، آنزیم ها و سیدروفورها، آنتی بیوتیک ها و ممانعت از سنتز اتیلن بهبود می بخشد (بورد و همکاران، ۲۰۰۰). علاوه بر این باکتری های محرک رشد فسفر معدنی را حل و فسفر آلی را معدنی می کنند و از طریق حمایت گیاه در مقابل تحمل تنش های خشکی، شوری و سمیت فلزات منجر به افزایش رشد گیاه می گردند (کان و همکاران، ۲۰۰۸). باکتری های محرک رشد گیاه، از طریق سنتز آنزیم های خاص که تغییرات فیزیولوژیکی را در گیاهان باعث می شوند، رشد گیاهان را افزایش می دهند. به عنوان مثال اتیلن نقش مهمی در فرآیند های توسعه گیاه نظیر پیری و ریزش برگ ها، تشکیل و رسیدن میوه دارد. همچنین اتیلن در تنظیم علائم فاکتور گره زائی در گیاهان لگوم اختصاصی و تشکیل گره دخالت می کند و نقش اولیه ای در سیستم دفاعی گیاه بر عهده دارد. علاوه براین، تولید اتیلن در اثر تلقیح گیاه با این باکتری ها افزایش می یابد، ولی در غلظت های بالاتر از حد اپتیمم، اتیلن از رشد و توسعه ی گیاهان جلوگیری می کند (کان و همکاران، ۲۰۰۸).

آنزیم آمینو سیکلو پروپان کربوکسیلیک اسید دی آمیناز (ACC) پیش ماده تولید اتیلن می باشد که ACC ریشه ها توسط آنزیم ACC - دآمیناز به کتوتیرات و آمونیاک متابولیزه می شود و باکتری ها آمونیاک (NH₃) حاصل از تجزیه ACC را به عنوان منبع نیتروژنی مصرف می کنند و به این ترتیب از تجمع اتیلن تنشی در داخل گیاه ممانعت به عمل می آورند (کان و همکاران، ۲۰۰۸). محققین افزایش ۲۶/۶۸ درصدی عملکرد دانه در گیاه آفتابگردان را در تیمار نیتروکسین+بیوفسفر نسبت به شاهد گزارش کرده است و بیان نموده که تلفیق کود بیولوژیک نیتروکسین و بیوفسفر بیشترین تاثیر را نسبت به حالتی که این کودها به صورت تکی مصرف شوند بر عملکرد دانه داشته است. دلیل این امر افزایش قطر طبق آفتابگردان به خاطر اکسینی که نیتروکسین تولید کرده می باشد (محمد ورزی و همکاران، ۱۳۸۹).

ایندول استیک اسید (IAA) فیتوهورمونی از مجموعه اکسین می باشد که توسط بسیاری از باکتری های محرک رشد سنتز می شود و از نظر متابولیسی پیش ماده ی اسید آنترانیلیک می باشد، که قادر است با احیاء آهن III، قابلیت انحلال آن را افزایش دهد و به این ترتیب قابلیت دسترسی زیستی آن را به طریق مکانیسمی متفاوت از سیدروفورها افزایش دهد (وانی و همکاران، ۲۰۰۸). افزودن IAA به خاک ، جذب آهن و دیگر عناصر نظیر روی و کلسیم را در ریشه های گیاه افزایش می دهد. از مواد محرک ریشه دیگر گیاه، سیدروفورها هستند که لیگاند اختصاصی کلات کننده آهن III می باشند و از این طریق آهن را برای ریزموجودات پاتوژن غیر قابل دسترس می سازند (کان و همکاران، ۲۰۰۸).

سیدروفورهای میکروبی در تنظیم قابلیت دسترسی آهن در ریزوسفر گیاه نقش دارند و رقابت برای آهن از طریق تمایل سیدروفورها به آهن کنترل می گردد. تمایل فیتوسیدروفورها به آهن به طور قابل ملاحظه ای کمتر از سیدروفورهای میکروبی است. اما گیاهان به غلظت های کمتر آهن جهت رشد نرمال در مقایسه با میکروب ها احتیاج دارند (کان و همکاران، ۲۰۰۸). در آزمایشی محققین این فرضیه را که آزوسپریلوم برازیلنس و از تو باکتر کروکوکوم توانایی تولید ایندول ۳- استیک اسید (IAA)، جیبرلیک اسید (GA₃) و زآتین (

Z) را دارند، به اثبات رساندند. آنها در آزمایشات خود باکتری ها را به صورت انفرادی یا در ترکیب با یکدیگر برای تلقیح بذرهاى ذرت به کار بردند. پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه شامل درصد جوانه زنی بذر، رشد گیاه و توانایی تولید فیتوهورمون ها و تنظیم کننده های رشد بوده است. درصد جوانه زنی در گیاه ذرت در اثر تلقیح تکی یا ترکیب دو باکتری در مقایسه با شرایط عدم تلقیح افزایش یافت. تلقیح انفرادی و ترکیبی دو باکتری، طول ساقه و وزن خشک ساقه و ریشه را بطور معنی داری افزایش داده است اما طول ریشه در تیمارهای تلقیح شده مشابه با تیمار شاهد بوده است. در مورد ترشح تنظیم کننده های رشد، مشاهده شد که محیط کشت آزوسپریلوم در مقایسه با محیط کشت ازتو باکتر، مقدار بیشتری ایندول ۳- استیک اسید و زآتین و مقدار کمتری جیبرلین را دربرداشت (فابریکو کاسان و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج حاصل از پژوهشی نشان داد که بذور ذرت علوفه ای تیمار شده با نیتروکسین رشد رویشی و عملکرد بالاتری به دلیل تولید هورمون رشدی جیبرلین و تثبیت نیتروژن نسبت به تیمار شاهد دارند (توحیدی مقدم و همکاران، ۱۳۸۷).

در آزمایشی که روی نعناع فلفلی انجام دادند مشاهده شد که کمترین عملکرد کمی و کیفی نعناع فلفلی مربوط به تیمار شاهد و بیشترین عملکرد در تیمار کود زیستی نیتروکسین بود و مقدار منتول و منتون اسانس نیز بالا بوده است. که دلیل این امر سنتز انواع ویتامین ها و اسید های آمینه در حضور باکتری ها می باشد که باعث افزایش رشد و کیفیت محصول می شود (مهر آفرین و همکاران، ۱۳۹۰). طی آزمایش سه ساله روی گیاه زعفران مشاهده شد که کمترین تعداد گل، وزن خشک گل، وزن خشک کلاله و وزن خشک بنه در سه سال آزمایش مربوط به تیمار نیتروکسین بود و بیش ترین آن مربوط به کود شیمیایی دلفارد بود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰). در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که بذور تلقیح شده با باکتری های ازتو باکتر و آزوسپریلوم عملکرد دانه، ارتفاع و میزان روغن را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش و درجه روزهای گرمایی را برای مراحل فنولوژی کاهش داده است (اکبری و همکاران، ۱۳۸۸). محققان در آزمایشی به منظور بررسی واکنش پیاز به کاربرد ترکیبی از کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن اظهار داشتند که تلقیح بذر پیاز با باکتری ازتوباکتر و

آزوسپریلوم به افزایش معنی دار رشد و اجزای عملکرد گیاه منجر می شود (بالمی و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین امکان استفاده از باکتری های محرک رشد به جای کودهای شیمیایی را در گیاه رازیانه بررسی کردند و نتیجه گرفتند که رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس گیاه رازیانه در تیمارهای کود زیستی افزایش یافت (عزیزیان و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهشی نشان دادند که تلقیح باکتری های ازتوباکتر، آزوسپریلوم و باسیلوس و ۵۰ درصد کود شیمیایی کامل باعث افزایش رشد و اسانس گیاه رازیانه شد (محموظ و شرف الدین، ۲۰۰۷). به علاوه گزارش شده است که کاربرد کودهای زیستی مانند نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس و باکتری حل کننده فسفات نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگیهای رشد، عملکرد اندام هوایی و خصوصیات کیفی و اسانس گیاه دارویی زوفا دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). در تحقیقی بر روی سه گونه نعنای گزارش کردند که مصرف کودهای زیستی آزوسپریلوم و ازتوباکتر، اثرات مثبتی بر رشد و عملکرد کیفی این گیاهان دارند (عبدالهادی و همکاران، ۲۰۰۹). در تحقیقی بر روی گیاه کنگد مشخص شد که درصد روغن دانه در تیمارهای ورمی کمپوست کود گاوی و ترکیب *Azotobacter sp.* و *Azospirillum sp.* با تیمار استفاده از کودهای شیمیایی برابر بوده است (سوادهی هند و وهاب، ۲۰۰۷).

۲-۲۹- مکانیسم باکتری های محرک رشد در جهت کاهش اثرات سوء تنش خشکی

- بهبود خصوصیات ساختمانی خاک
- تاثیر بر مورفولوژی ریشه
- بهبود وضعیت تغذیه ای ریشه
- تطابق اسمزی و بهبود وضعیت آبی گیاه از طریق تجمع موادی مانند پرولین، گلوتامات، اسیدهای آمینه و...

- محافظت گیاه در مقابل خسارت های اکسیداتیو از طریق فعال کردن سیستم های آنزیمی آنتی اکسیدانت مانند سوپر اکسید دسموتاز، پر اکسیداز و کاتالاز و کاهش سطح اتیلن با تولید آنزیم ACC - د آمیناز(آمینو سیکلو پروپان کربوکسیلیک اسید دی آمیناز)
- افزایش بیان ژن های مسئول ایجاد مقاومت در مقابل تنش خشکی

۲-۳۰- تاثیر باکتری های محرک رشد در ایجاد مقاومت به تنش خشکی

در آزمایشی ترکیب کود حاوی آزوسپریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس تحت شرایط تنش خشکی باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه مرزنگوش نسبت به شاهد شده است و مکانیسم عمل به گونه ای بوده که باکتری های محرک رشد هدایت هیدرولیکی ریشه را بالا برده و به دنبال آن تنظیم اسمزی بالا رفته و سطح تماس ریشه با رطوبت افزایش یافته است (بشارتی و غریب، ۱۳۹۰).

نتایج تحقیقات دو پژوهشگر حاکی از آن بود که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلوم تحت تنش خشکی عملکرد کنگد را به میزان ۷/۷ درصد نسبت به شاهد(عدم کاربرد باکتری) افزایش داده و تاثیر مثبت و معنی داری بر تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه و میزان روغن داشته است (یساری و پاتوارد، ۲۰۰۷).

۲-۳۱- تاثیر باکتری های محرک رشد در ایجاد مقاومت به تنش شوری

باکتری های محرک رشد اثرات زیان آور NaCl بر رشد گیاه را بوسیله ی بهبود ویژگی تحمل گیاهان و افزایش سازش گیاه به شوری آب، کاهش می دهند. مکانیسم رایج که برای تنش اسمزی مطرح شده است، ناشی از تجمع مواد آلی محلول نظیر گلایسین، بتائین، پرولین و گلوتامات می باشد. در چنین شرایطی باکتری باعث کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم و کلسیم می شود (مارسیا و همکاران، ۲۰۰۸). در واقع تحت

شرایط استرس اثر آزوسپریلوم بر گیاه بیشتر می شود. طی تحقیقات انجام شده در برزیل تلقیح آزوسپریلوم و ازتو باکتر با بذر گندم در شرایط تنش شوری باعث عدم کاهش عملکرد دانه شده است (دالا و سانتا، ۲۰۰۴).

پلی آمین ها به عنوان ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاهان مطرح شده اند. در میان آن ها کاداورین با توسعه ی رشد ریشه و تخفیف تنش اسمزی در برخی گونه های گیاهی در ارتباط است. اخیرا مشخص شده است که باکتری آزوسپریلوم برازیلنس قادر به تولید کاداورین و ترشح آن در محیط کشت می باشد. در تحقیقی ظرفیت این باکتری ها را برای تولید کاداورین و کشف ارتباط این ظرفیت با توسعه رشد ریشه یا تخفیف تنش اسمزی تحت شرایط هیدروپونیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که این باکتری رشد ریشه را توسعه داده و به تخفیف تنش اسمزی در گیاهچه های برنج کمک کرده است که علت آن تولید کاداورین بوده است (کاسان و الخواص، ۲۰۰۹).

۲-۳۲- تاثیر باکتری های محرک رشد بر روی جذب عناصر غذایی

نتایج آزمایشی بر روی سورگوم حاکی از این بود که تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد بر روی بسیاری از پارامترهای رویشی و اندام های سبز این گیاه موثر است و این تغییرات مستقیما به تاثیر باکتری در جذب مواد معدنی توسط گیاه بستگی دارد. در این پژوهش از سویه هایی که دارای توان حل فسفات آلی یا معدنی و تشکیل سیدروفور داشتند استفاده شد (تولدو و همکاران، ۱۹۸۸).

در آزمایشی بذور ذرت تلقیح شده با ازتو باکتر و آزوسپریلوم عملکرد دانه، ارتفاع و میزان روغن را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد و دلیل این امر افزایش پتانسیل تولید موادی چون نیتروژن، انحلال فسفر، نیتريت و افزایش قابلیت دسترسی آهن در محیط ریشه گیاهان جهت توسعه ی رشد گیاهان بوده است. از این

گذشته مشخص شده که تلقیح میکروبی نه تنها جذب مواد غذایی توسط گیاهان را افزایش داده است، بلکه خصوصیات خاک نظیر ماده آلی و کل محتوای نیتروژن آن را بهبود بخشیده است (آکتر و همکاران، ۲۰۰۴).

در آزمایشی که روی سه گیاه دارویی اسطوخودوس، رزماری و زوفا صورت گرفت مشخص شد که در اثر استفاده از سه نوع کود دامی، شیمیایی (NPK) و نیتروکسین افزایش عملکرد اندام هوایی معنی دار بوده و نیتروکسین منجر به تولید بیشترین عملکرد تر اندام هوایی زوفا شد که این امر به دلیل فعالیت میکروارگانیسم های تثبیت کننده در خاک بوده که باعث بهبود کیفیت خاک و افزایش تولید مواد محرک رشد که باعث توسعه ریشه و در نتیجه بهبود جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت سبب افزایش عملکرد گیاه زوفا شده است (کوچکی و تیموری، ۱۳۸۹). در آزمایشی که روی گندم صورت گرفت و تیمارها شامل نیتروکسین و کود شیمیایی اوره بود مشخص شد که غلظت کلروفیل a و b در اکثر تیمارهای نیتروکسین نسبت به تیمارهای مصرف کود شیمیایی اوره افزایش یافته است. که این امر به دلیل افزایش دسترسی نیتروژن و عناصر غذایی و توسعه ریشه توسط باکتری های محرک رشد می باشد (سلمانی بیاری و همکاران، ۱۳۹۰). محققین در آزمایش خود روی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) تاثیر دو کود بیولوژیک نیتروکسین و باکتری های حل کننده فسفات را روی صفات کیفی و کمی این گیاه اینگونه اعلام کردند که بیشترین عملکرد گل تر و خشک در تیمار نیتروکسین بوده و بیشترین اسانس و کامازولن در هکتار به ترتیب در تیمارهای باکتری حل کننده فسفات (۸۶۰۰ گرم) و نیتروکسین (۹۲۳ گرم) مشاهده شد. نیتروژن در توسعه و تقسیم سلول های جدید حاوی اسانس و بیوسنتز اسانس و مواد مؤثره گیاهان دارویی نقش مهمی ایفا می کند (فلاحی و همکاران، ۱۳۸۸). در آزمایشی کاربرد سه نوع کود نیتروکسین، نیتروژن و ورمی کمپوست باعث افزایش معنی داری در درصد و عملکرد پروتئین گیاه کنجد شد. دلیل این امر کاربرد نیتروژن می باشد، چون نیتروژن در ساختار اسید های آمینه شرکت دارد و از سوی دیگر باعث کاهش معنی دار درصد روغن کنجد گردیده است (سجادی نیک و همکاران، ۱۳۹۰).

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

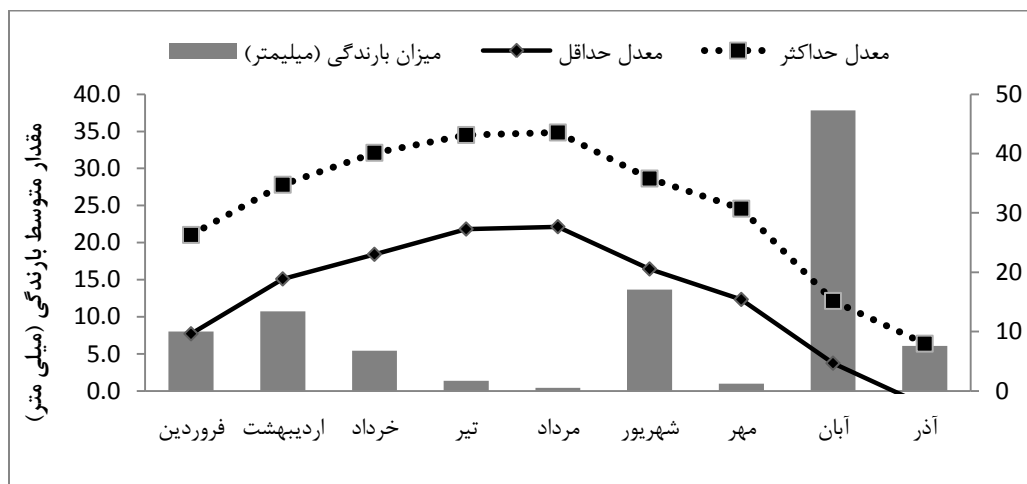
این آزمایش در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در شهر بسطام به اجرا درآمد.

۳-۲- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است.

۳-۳- شرایط آب و هوایی منطقه

براساس تقسیم بندی های اقلیمی منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۵۴ میلی لیتر بوده (آمار هواشناسی بسطام، ۹۱) و بارندگی ها عمدتاً در فصل بهار و پاییز رخ می دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی بسطام میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۶ درجه سانتی گراد گزارش شده است. میزان بارندگی، حداکثر و حداقل دما در شکل ۳-۱ آمده است.



شکل ۳-۱- حداکثر و حداقل دما بر حسب درجه حرارت و متوسط بارندگی بر حسب میلی متر در ماههای سال ۱۳۹۱

۳-۴- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متری در ۱۵ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه های جمع آوری شده را مخلوط کرده، نهایتاً یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک در جدول (۳-۱) نشان داده شده است. با توجه به تجزیه فیزیکی و درصد هر یک از اجزای خاک، بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

جدول ۳-۱: نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه

عوامل مورد تجزیه	نتیجه آزمون
قابلیت هدایت الکتریکی (EC) (دسی زیمنس)	۰/۶۵
اسیدیته خاک (pH)	۷/۹۱
درصد کربن آلی	۰/۱۹
درصد مواد آلی	۰/۳۳
کلسیم و منیزیم (me/1)	۵۵
کلسیم قابل جذب (me/1)	۳۳
منیزیم قابل جذب (ppm)	۲۲
نیتروژن قابل جذب (ppm)	۰/۰۴
فسفر قابل جذب (ppm)	۱۰
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۱۱۴

۳-۵- نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۵ کرت بود که با احتساب ۳ تکرار، تعداد کرت ها ۴۵ عدد است. فاکتورهای مورد استفاده در این طرح شامل امواج اولتراسونیک در پنج سطح شاهد (F1)، ۲ (F2)، ۴ (F3)، ۶ (F4) و ۸ (F5) دقیقه در معرض تابش امواج با فرکانس ۲۴ کیلو هرتز و کود زیستی نیتروکسین در سه سطح شاهد (B1)، تلقیح به میزان توصیه شده مندرج در بروشور (B2) و تلقیح به میزان دو برابر مقدار توصیه شده مندرج در بروشور (B3) می باشد.

۳-۶- آماده سازی زمین و کاشت

عملیات تهیه زمین در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۱ صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فاروئر پشته ها ایجاد گردید، که فاصله بین دو پشته (فاصله بین ردیف) ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. ابتدا ابعاد کرت ها در زمین مورد آزمایش مشخص شد و سپس جوی های آبیاری تعبیه گردیدند.

هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کشت به طول ۴ متر بود و فاصله بذور روی ردیف های کاشت ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. با توجه به شرایط خاک، نوع آبیاری و... بذور در عمق ۵ سانتی متری خاک قرار داده شدند. برای جلوگیری از عمل تداخل و همزیستی باکتری ها یک خط به صورت نکاشت به عنوان حایل بین کرت های اصلی قرار گرفت. جوی های آبیاری به نحوی تعبیه شد که آب آبیاری اضافی هر تکرار توسط یک جوی خروجی در انتهای کرت ها از مزرعه خارج شود.

۳-۷- مشخصات رقم بذر لوبیا چشم بلبلی

رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم بسطامی می باشد.

۳-۸- پرتو دهی بذور

دانه های لوبیا چشم بلبلی بعد از ۴ ساعت هیدرو پرایمینگ نمودن در شرایط آزمایشگاه، به آزمایشگاه فیزیک انتقال داده شدند. برای اعمال تیمار فراصوت از حمام فراصوت (Digital ultrasonic مدل CD-۴۸۲۰) با فرکانس ثابت ۴۲ کیلو هرتز استفاده شد. بذور آماده سازی شده در ۴ سطح زمانی ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه در دمای محیط در آب مقطر، تحت تاثیر امواج فراصوت قرار گرفتند. بدین منظور ارتفاع ستون آب در داخل محفظه حمام فراصوت تا خط نشانه ای بود که در دستگاه علامت گذاری شده است و ارتفاع آب داخل محفظه حمام فراصوت طوری بود که بالاتر از سطح آب داخل ستون نمونه باشد تا همه نمونه ها به طور یکنواخت تحت تاثیر امواج فراصوت قرار گیرند. نسبت نمونه به آب مقطر ۱:۴ بود و پس از صوت دهی بذور از آب مقطر خارج شده و به مزرعه جهت کاشت منتقل شدند.

۳-۹- تلقیح باکتری

به منظور تلقیح بذر لوبیا چشم بلبلی با کود بیولوژیک نیتروکسین ابتدا برای اطمینان از عدم هر گونه همزیستی قبلی، بذور چندین بار با آب شستشو شدند. سپس به مقدار یک لیتر در هکتار، بر اساس تیمارهای آزمایشی با جمعیت تقریبی 10^8 باکتری در هر میلی لیتر با بذر لوبیا چشم بلبلی تلقیح شده و بذور در سایه خشک شده و برای کشت به مزرعه منتقل شدند. به منظور جلوگیری از کاهش جمعیت باکتری ها حداقل فاصله زمانی بین تلقیح بذور تا کاشت کمتر از ۱ ساعت در نظر گرفته شد. به علاوه کرت هایی که دارای تیماردو برابر تلقیح باکتری بودند ۳۰ روز پس از کاشت، نیتروکسین با سرنگ به پای بوته تزریق شد.

۳-۱۰- مراحل اجرای آزمایش

۳-۱۰-۱- کاشت و کود دهی

کاشت بذر در تاریخ ۲۱ خرداد ماه انجام گرفت. عملیات کاشت به روش دستی و بصورت خشکه کاری صورت گرفت. کود مورد استفاده اوره می باشد که ۴۶٪ نیتروژن دارد و به همه کرت ها به هنگام کاشت (استارتر) بکار برده شد.

۳-۱۰-۲- آبیاری

اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری دوم بلافاصله ۴ روز بعد آبیاری اول صورت گرفت. بطور کلی فاصله آبیاری هر ۷ روز یک بار بود.

۳-۱۰-۳- مبارزه با علف های هرز و دفع آفات

علف های هرز مهم در مزرعه شامل پیچک صحرائی، قیاق ، خار شتر وتوق بودند که با سه بار وجین دستی با آن ها مبارزه گردید. اولین وجین ۱۵ روز بعد از سبز شدن و دومین وجین ۲۵ روز پس از وجین اول و سومین وجین ۷ روز پس از وجین دوم صورت گرفت. در طول فصل رشد بیماری و آفت خاصی مشاهده نشد.

۳-۱۱- نمونه برداری

با توجه به زمان اعمال تیمار باکتری های آزوسپریلوم - از تو باکتر (نیتروکسین) اولین نمونه برداری از ۳۰ روز پس از کاشت آغاز شد و از کرت هایی که دارای تیمار ۲ برابر مصرف کود نیتروکسین بودند در این مرحله نمونه برداری انجام نگرفت. ولی از نمونه برداری دوم به بعد از این کرت ها نیز نمونه برداشته شد. ۶ نمونه برداری به فاصله ی ۱۴ روز یکبار تا پایان فصل رشد انجام شد. نحوه نمونه برداری به این صورت بود که از ۴ ردیف کاشت در هر کرت، ۲ ردیف کناری و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند سپس

۲ بوته به نحوی انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوط را نشان دهند. در هر نمونه برداری قطع بوته ها از سطح خاک و ناحیه طوقه انجام گرفت.

۳-۱۲- ارزیابی صفات مرفولوژیک

پس از انجام نمونه برداری، بوته ها در پاکت های شماره گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه قسمت های مختلف گیاه شامل برگ و ساقه جدا گردید و پس از اندازه گیری سطح برگ و نیز وزن خشک ساقه و برگ به طور جداگانه اقدام به بررسی شاخص های رشدی در این گیاه شد.

۳-۱۲-۱- سطح و وزن خشک برگ

اندازه گیری سطح برگ با توجه به رابطه بین سطح و وزن برگ و در زمان گلدهی محاسبه گردید. برگ ها در داخل پاکت شماره گذاری شده قرار داده شدند، سپس آن ها را در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. پس از اعمال زمان لازم، پاکت ها به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. در مجموع صفات دیگری همچون وزن خشک ساقه، ارتفاع بوته، تعداد گره، وزن خشک گره، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، وزن دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف و وزن خشک غلاف و... اندازه گیری شد.

۳-۱۳- تعیین کلروفیل

میزان محتوای کلروفیل توسط دستگاه کلروفیل سنج (Minolta SPAD-502 japan) ارزیابی شد. بدین صورت که برای هر پلات سه بوته و از هر بوته شش برگ (دو برگ بالای بوته دو برگ وسط کانوپی و دو برگ در انتهای بوته)، و از هر برگ نیز در شش نقطه (دوتا در ابتدای برگ دوتا در مرکز برگ و دو نقطه در

انتهای برگ) و در مجموع از هر بوته در ۳۶ نقطه کلروفیل برگ ها اندازه گیری شد. ملاک برای هر بوته میانگین داده ها می باشد.

۳-۱۴- اندازه گیری عناصر غذایی

برای اندازه گیری ازت و پروتئین خام بذر لوبیا چشم بلبلی از دستگاه کجلدال (مدل: ۲۳۰۰ شرکت : Tecator سوئد) استفاده شد. آزمایش اندازه گیری پروتئین شامل ۳ بخش می باشد: ۱- مرحله هضم ۲- مرحله تقطیر ۳- مرحله تیتراسیون

۳-۱۴-۱- مرحله اول : هضم ماده غذایی

در این مرحله ابتدا ۵/۳ گرم از بذر لوبیا چشم بلبلی پودر شده و داخل بالن کجلدال ریخته شد. سپس ۷ گرم از سولفات سدیم و ۱ گرم سولفات مس بعنوان کاتالیزور به نمونه داخل بالن اضافه شد. مجموعه با اضافه کردن ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ کامل شد. بعد از آن درب بالن را بوسیله حباب جمع آوری گاز و قیف مخصوص آن که محتوی ۷۰ سی سی سود ۵۰٪ بود پوشانده شد. سپس مجموعه روی هیتر جهت گرم شدن قرار داده شد تا نمونه بطور کامل هضم شده و محتویات بالن به رنگ سبز درخشان در بیاید. رؤیت این حالت نشانه پایان عملیات هضم می باشد. محتویات داخل بالن در گوشه ای جهت سرد شدن قرار داده شد. در این هنگام حدود ۳۰۰ سی سی آب مقطر به محلول حاصل از هضم داخل بالن اضافه شد. در این حالت رنگ محلول حاصل تقریباً سبز کم رنگ می باشد.

۳-۱۴-۲- مرحله دوم : مرحله تقطیر

در این مرحله دستگاه کجلدال برای مرحله تقطیر آماده شد. حدود ۷۵ سی سی سود ۵۰٪ را از طریق قیف بالای سه راهی به محتویات داخل بالن به آرامی اضافه شد. رنگ محلول بعد از اضافه شدن سود به رنگ

آبی مایل به سیاه در آمد. در طرف دیگر دستگاه داخل ارلن ۳۰۰ میلی لیتری ۵۰ سی سی اسید بوریک ۲٪ تهیه شده و چند قطره متیل رد به عنوان نشانگر به آن اضافه شد.

شیر آب مبرد باز شده و شعله هیتر جهت اینکه محلول بجوشد روشن شد. در این مرحله رنگ محلول کاملاً سیاه شد. تقطیر را تا زمانی که حجم محلول داخل ارلن به حدود ۳۰۰ میلی لیتر برسد ادامه داده شد. بعد از آن تمام آمونیاک موجود در بذر استخراج شده و بصورت مایع وارد اسید بوریک موجود در ارلن شد و با آن ترکیب شده و بورات آمونیوم تشکیل شد.

۳-۱۴-۳- مرحله سوم : مرحله تیتراسیون

در این مرحله بورات آمونیوم موجود در ارلن با اسید هیدروکلریک ۰/۱ نرمال تیترا شد. بدین صورت که بالن روی هات پلیت قرار گرفت سپس محلول را که به رنگ زرد بود با اسید یاد شده مخلوط شد تا به رنگ ارغوانی در آمد. حجم اسید مصرف شده را یادداشت کرده و در فرمول زیر قرار داده شد :

$$(۱۰۰۰ \times \text{وزن نمونه}) / (\text{حجم اسید مصرفی} \times \text{نرمالیه اسید} \times ۱۰۰) = \text{درصد ازت}$$

برای تعیین درصد پروتئین درصد نیتروژن بدست آمده در فاکتور پروتئینی ضرب شد.

$$\text{فاکتور پروتئینی} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین}$$

جدول ۳-۲: ضرایب تبدیل ازت به پروتئین

ضریب تبدیل	نوع غذا
۶/۲۵	مخلوط
۶/۲۵	گوشت
۵/۷۱	سویا
۶/۲۵	ذرت
۵/۹۵	برنج
۶/۲۳	لوبیا

۳-۱۵- روغن گیری بذر

روغن بذر لوبیا چشم بلبلی از آنجایی که برای محور جنینی حائز اهمیت است با استفاده از دستگاه سوکسوله تعیین گردید. برای این منظور بذور ابتدا به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۸ درجه سانتی گراد قرار گرفته و سپس پودر شدند. مقدار ۳ گرم از هر نمونه در کاغذ صافی پیچیده شده و داخل عصاره گیر دستگاه قرار داده شد. بالن ها به مدت ۲ تا ۳ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد داخل آون خشک شدند. سپس به دسیکاتور منتقل و پس از هم دما شدن با محیط توزین شدند و روی صفحه گرم کننده (Hot plate) دستگاه قرار گرفتند. داخل بالن ها با مقدار مشخصی اتر به عنوان حلال آلی پر شد. اکسترکتور روی دهانه بالن قرار گرفت و سپس مبرد روی اکسترکتور قرار داده شد. درون دستگاه دما برای همه نمونه ها روی ۶۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید. فرآیند استخراج ۸ ساعت به طول انجامید. پس از این مدت، دستگاه خاموش و حلال جمع شده در داخل اکسترکتور از طریق شیر مخصوص تخلیه خارج گردید. بالن ها بر زیر هود منتقل شدند تا باقی مانده اتر از بین برود. آنها را به داخل آون منتقل کرده و به مدت ۱ ساعت با دمای ۷۰ و سپس به مدت ۱/۵

ساعت با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده شدند. بالن ها به دسیکاتور منتقل و بعد از سرد شدن توزین گردیدند. محاسبه درصد روغن موجود در نمونه ها از رابطه زیر استفاده گردید.

(وزن ثانویه بالن - وزن اولیه بالن) × ۱۰۰ = درصد روغن

۳-۱۶- تجزیه آماری نتایج

در این تحقیق برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار MSTAT-C v.2,10 برای مقایسه میانگین ها از

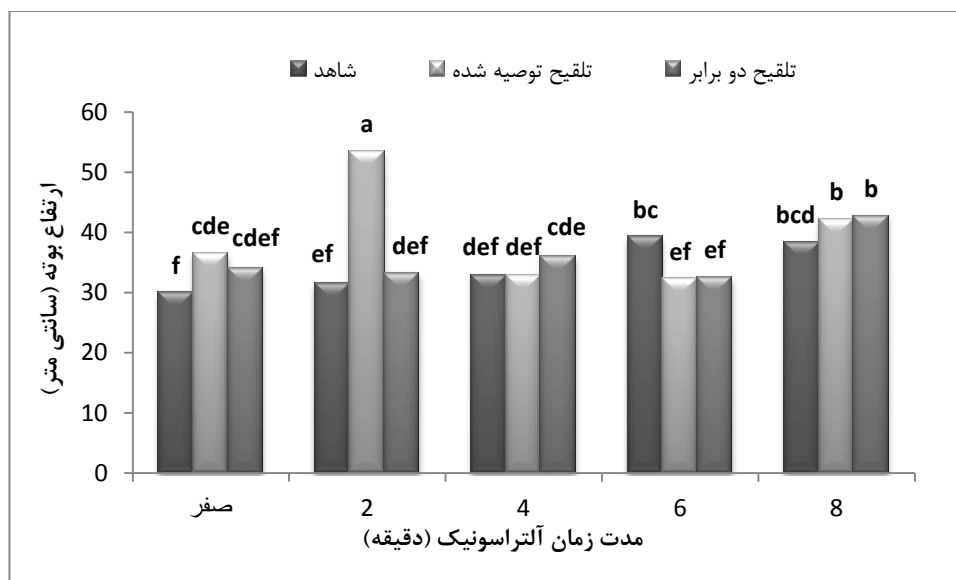
آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای رسم شکل ها نرم افزار Excel 2007 بکار برده شد.

فصل چہارم: نتایج و بحث

۴-۱- ارتفاع ساقه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این صفت نشان داد که تیمارهای مورد بررسی تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع ساقه داشتند (جدول ۴-۱). همان طور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴-۵) مشاهده می شود کاربرد نیتروکسین سبب افزایش معنی دار ارتفاع ساقه در مقایسه با شاهد شد. هر چند که بین تیمار تلقیح توصیه شده و تلقیح دو برابر نیتروکسین از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. تولید هورمون های گیاهی، القاء مقاومت سیستمیک گیاهان در مقابل عوامل زیستی بیماری زا و نیز افزایش تحرک عناصر غذایی غیر محلول و در نتیجه بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاهان از جمله مکانیسم هایی هستند که در نتیجه همیاری این باکتری ها با گیاهان، سبب بروز اثرات مثبت می شوند. در آزمایشی ارتفاع بوته ذرت با کاربرد آزوسپریلوم و مواد معدنی افزایش پیدا کرد (فریتاس و استام فورد، ۲۰۰۲).

بین سطوح امواج فراصوت در افزایش ارتفاع ساقه اختلاف معنی داری وجود داشت. به طوری که بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار ۸ دقیقه بود که موجب افزایش ۲۲/۵ درصد ارتفاع ساقه نسبت به شاهد شد (جدول ۴-۵). طی تحقیقی بر جوانه زنی بذور گیاه همیشه بهار دریافتند که با افزایش زمان تیمار فراصوت درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک گیاهچه کاهش می یابد (الله لو، ۱۳۸۸). در آزمایشی با امواج فراصوت با شدت ۷۰۰ KHz بذر تربچه را تیمار کردند که باعث افزایش سرعت جوانه زنی و افزایش ۱۳ الی ۱۶ درصدی طول ریشه چه نسبت به شاهد گردید (شیمومورا، ۱۹۹۰).



شکل ۴-۱: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر ارتفاع ساقه لوبیا چشم بلبلی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین ترکیب تیماری کود بیولوژیک نیتروکسین و امواج فراصوت نشان داد بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار تلقیح توصیه شده و موج ۲ دقیقه (۵۳/۵۰ سانتی متر) و کمترین ارتفاع مربوط به شاهد (۳۰ سانتی متر) بود (شکل ۴-۱). تاثیر مثبت امواج فراصوت بر خصوصیات جوانه زنی گندم مثل سرعت جوانه زنی، تست جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و وزن گیاهچه نیز تایید شده است (شرفی و همکاران، ۲۰۰۶).

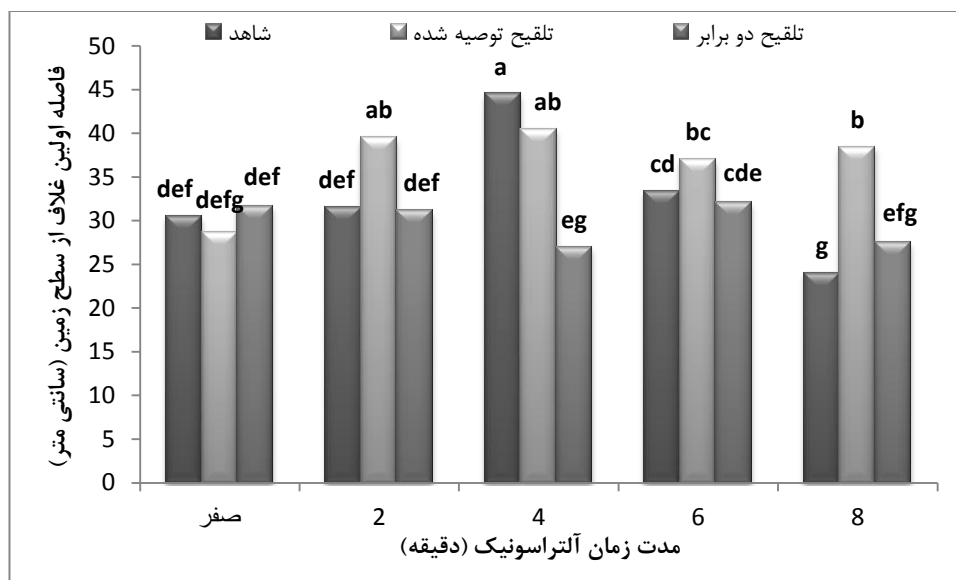
۴-۲- فاصله اولین غلاف از سطح خاک

در این بررسی کاربرد نیتروکسین، فاصله اولین غلاف از سطح خاک را در سطح احتمال آماری ۱ درصد تحت تأثیر قرار داد (جدول ۴-۱). به طوری که بیشترین فاصله مربوط به تیمار تلقیح توصیه شده نیتروکسین با

میانگین ۳۶/۸۲ و کمترین فاصله نیز مربوط به تیمار تلقیح دو برابر نیتروکسین با میانگین ۲۹/۸۷ بود (جدول ۴-۵). استفاده از باکتری های تثبیت کننده نیتروژن به همراه گیاهان، موجب می شود نیتروژنی که به خاک اضافه می شود به فرم آلی تبدیل و به ترتیب موجب اصلاح سطح حاصلخیزی خاک و بهبود کمی و کیفی محصول شود (صالح راستین، ۱۳۸۰).

فاصله اولین غلاف از سطح خاک در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر امواج فراصوت قرار گرفت (جدول ۴-۱). براساس جدول مقایسه میانگین مشخص شد که تیمار مدت زمان ۴ دقیقه ۲۳/۲ درصد فاصله اولین غلاف از سطح خاک را در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۴-۵). مشاهده می شود بین تیمار ۸ دقیقه و شاهد تفاوت معنی دار وجود ندارد و با افزایش مدت زمان تیمار تا ۸ دقیقه فاصله اولین غلاف از سطح خاک ۲۴/۵ درصد نسبت به تیمار ۴ دقیقه کاهش می یابد.

اثر متقابل امواج فراصوت و نیتروکسین در سطح احتمال ۱ درصد بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک معنی دار شد (جدول ۴-۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان می دهد که بیشترین فاصله اولین غلاف از سطح خاک در تیمار عدم تلقیح باکتری همراه با ۴ دقیقه امواج فراصوت و کمترین فاصله غلاف در تیمار عدم تلقیح باکتری با ۸ دقیقه امواج فراصوت بدست آمد (شکل ۴-۲). نتایج حاصل از پژوهش توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که بذور ذرت علوفه ای تیمار شده با نیتروکسین رشد رویشی و عملکرد بالاتری به دلیل تولید هورمون رشدی جیبرلین و تثبیت نیتروژن نسبت به تیمار شاهد دارند.



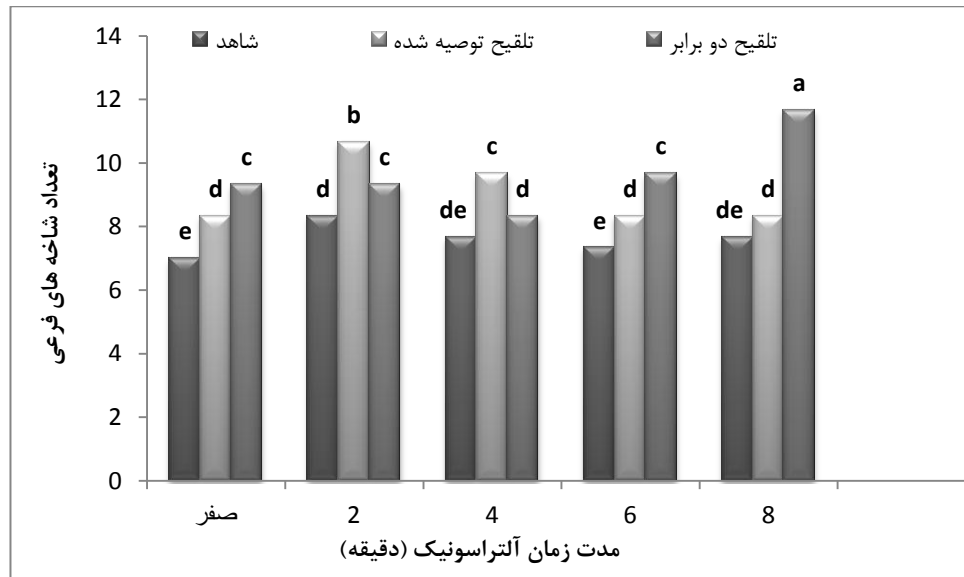
۲-۴: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فرا صوت بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک لوییا چشم بلبلی

۳-۴- تعداد شاخه های فرعی

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳-۴) عامل نیتروکسین تأثیر معنی داری در سطح ۱ درصد بر تعداد شاخه های فرعی ایجاد کرد، مقایسه میانگین ها (جدول ۴-۶) نشان داد که کمترین تعداد شاخه های فرعی در تیمار شاهد و بیشترین تعداد در تلقیح دو برابر نیتروکسین مشاهده شد. تلقیح توصیه شده و تلقیح دو برابر نیتروکسین به ترتیب ۱۹/۳ و ۲۷/۱ درصد تعداد شاخه های فرعی را نسبت به شاهد افزایش دادند.

همچنین اثر امواج فرا صوت بر تعداد شاخه های فرعی در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳-۴). مقایسه میانگین ها (جدول ۴-۶) نشان داد که کمترین تعداد شاخه های فرعی در تیمار عدم کاربرد امواج فرا صوت و بیشترین تعداد در تیمار ۲ دقیقه امواج فرا صوت بدست آمد، که اختلاف معنی داری با سایر سطوح به جزء تیمار ۸ دقیقه امواج فرا صوت داشت. تیمار های ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه به ترتیب تعداد شاخه های فرعی را ۱۴/۸، ۴/۰، ۲/۷ و ۱۲/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند.

اثر متقابل کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین و امواج فراصوت بر تعداد شاخه های فرعی لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۳-۴). نتایج مقایسات میانگین نشان داد، تیمار ۸ دقیقه امواج فراصوت و تلقیح مضاعف نیتروکسین موجب افزایش ۶۶/۷ درصد تعداد شاخه های فرعی نسبت به تیمار شاهد (به عنوان کمترین تعداد شاخه های فرعی) شد (شکل ۳-۴).



شکل ۳-۴: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فرا صوت بر تعداد شاخه های فرعی لوبیا چشم بلبلی

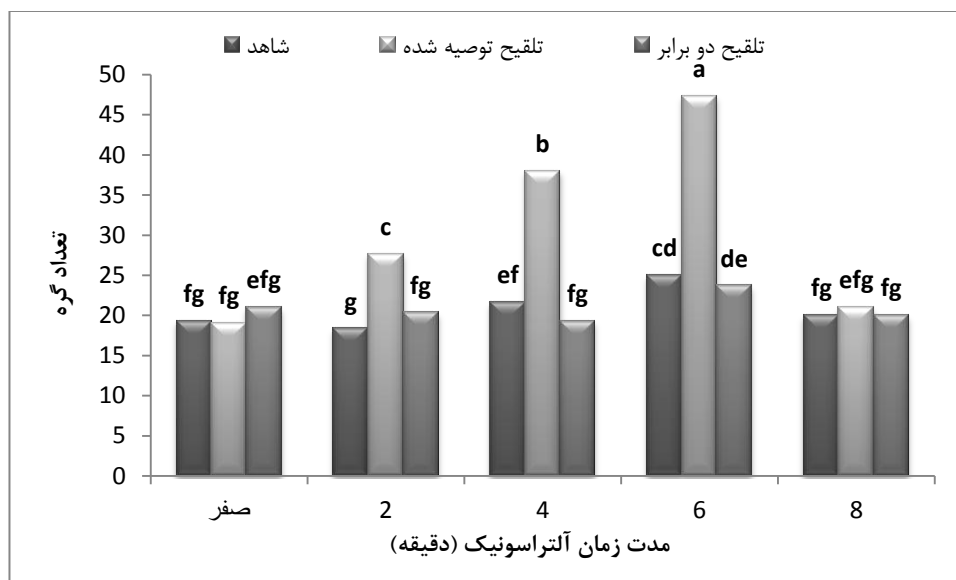
۴-۴- تعداد گره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این صفت نشان داد که کاربرد نیتروکسین تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر افزایش تعداد گره داشت (جدول ۳-۴). همان طور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴-۶) مشاهده می شود تلقیح نیتروکسین به مقدار توصیه شده سبب افزایش معنی دار تعداد گره به مقدار ۴۶/۶ درصد در مقایسه با شاهد شد. بین کاربرد دو برابر نیتروکسین و تیمار شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشت. اثرات تشدید کننده رشد گیاهانی که با باکتری های محرک رشد تلقیح شده اند، عمدتاً به دلیل تولید فیتو

هورمون های گیاهی، محدود شدن قارچ های بیماری زا، تثبیت نیتروژن مولکولی و سایر عناصر است (چابوت و همکاران، ۱۹۹۶). مقدار تثبیت نیتروژن از طریق همزیستی از یک مکان به مکان دیگر ممکن است بسیار متفاوت باشد. این امر به عوامل خاک از قبیل pH، فراهم بودن پتاس، فسفر، وجود فلزات سنگین و رطوبت خاک بستگی دارد. روزاس و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تلقیح توام دو باکتری، آزوسپریلوم و سودوموناس موجب افزایش معنی داری در گره زایی ریشه های سویا شدند (روزاس و همکاران، ۲۰۰۲).

بین سطوح مدت زمان امواج فراصوت در افزایش تعداد گره اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴-۳). به طوری که بیشترین تعداد گره در تیمار ۶ دقیقه و کمترین تعداد گره مربوط به شاهد بود. همان طور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴-۶) مشاهده می شود با افزایش مدت زمان تیمار تا ۶ دقیقه تعداد گره افزایش و در تیمار ۸ دقیقه کاهش یافته است. به طوری که تیمارهای ۲، ۴ و ۶ به ترتیب تعداد گره را ۱۱/۷۷، ۳۳/۱۱ و ۶۱/۷۷ درصد افزایش دادند و در تیمار ۸ دقیقه این افزایش به مقدار ۲/۷ درصد رسید. در بیشتر مطالعات انجام شده تاثیر مثبت امواج فراصوت بر روی سیستم های زنده بویژه بر جوانه زنی و در رشد گیاهچه ها تایید شده است (فرهودی، ۲۰۰۷؛ کورداس، ۲۰۰۲؛ شرفی و همکاران، ۲۰۰۶).

همچنین اثر متقابل کود بیولوژیک نیتروکسین و امواج فراصوت در سطح ۱ درصد بر تعداد گره معنی دار شد. به طوری که بیشترین تعداد گره ریشه، مربوط به تیمار ۶ دقیقه فراصوت و تلقیح توصیه شده نیتروکسین و کم ترین تعداد گره مربوط به تیمار ۲ دقیقه فراصوت و عدم تلقیح نیتروکسین بود (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر تعداد گره لوبیا چشم بلبلی

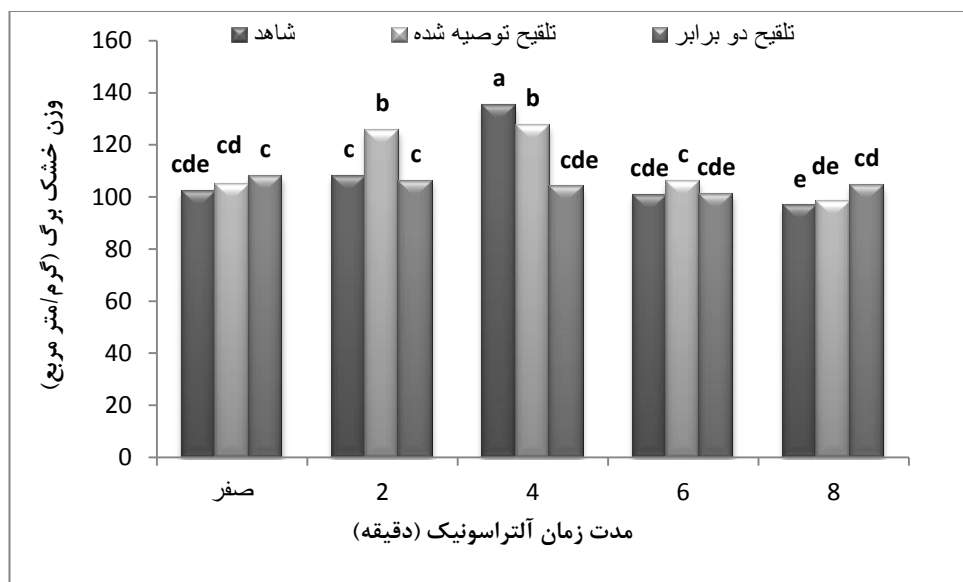
۴-۵- وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) حاکی از تأثیر معنی‌دار کود بیولوژیک نیتروکسین برون خشک برگ در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴-۵) نشان داد بین تلقیح توصیه شده نیتروکسین با عدم تلقیح و تلقیح دو برابر نیتروکسین تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. به طوری که وزن خشک برگ با تلقیح توصیه شده نسبت به تیمار شاهد و تلقیح دو برابر به ترتیب ۳/۵، ۷/۴ درصد بیشتر بود. لوبیا در شرایط مناسب به تلقیح با باکتری همزیست واکنش نشان می‌دهد ولی اغلب خاک‌ها فاقد باکتری کارآمد هستند یا اینکه تعداد آن‌ها کم می‌باشد. افزایش طول اندام‌های هوایی و تعداد برگ و نیز سطح برگ در نتیجه کاربرد PGPR در خاک یا همراه بذر در گیاهان مختلف گزارش شده است (وی و همکاران، ۱۹۹۶). مطالعه بر روی تأثیر برخی از انواع باکتری‌های محرک رشد نشان داد این باکتری‌ها وزن خشک برگ و غده در چغندر قند را از حدود ۶۰ روز پس از تلقیح در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری افزایش دادند. رشد در

بوته های تلقیح یافته با این باکتری ها در ادامه فصل رشد بیشتر شده و در ۱۶۵ روز پس از تلقیح بیشترین اثر خود را به ویژه بر وزن خشک برگ نشان دادند (چاکماک و همکاران، ۲۰۰۶).

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) مبین آن بود که کاربرد امواج فراصوت بر وزن خشک برگ در سطح ۱ درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین ها (جدول ۴-۵) نشان داد بیشترین وزن خشک برگ مربوط به تیمار ۴ دقیقه امواج فراصوت (۱۲۲/۱ گرم بر متر مربع) و کمترین وزن خشک برگ نیز مربوط به تیمار ۸ دقیقه امواج فراصوت (۹۹/۸۱ گرم بر متر مربع) بود. وزن خشک برگ در تیمار های ۲ و ۴ دقیقه در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۳/۸، ۱۶/۷ درصد بیشتر بودند. همچنین وزن خشک برگ در تیمارهای ۶ و ۸ دقیقه نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱/۹، ۴/۵ درصد کمتر بودند. شایان ذکر است که بین دو تیمار عدم کاربرد فراصوت (شاهد) و ۶ دقیقه فراصوت و دو تیمار ۶ و ۸ دقیقه فراصوت اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود نداشت.

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر متقابل نیتروکسین و کاربرد امواج فراصوت در سطح ۱ درصد بر وزن خشک برگ معنی دار شد (جدول ۴-۲). بیشترین وزن خشک برگ از تیمار ۴ دقیقه امواج فراصوت و عدم کاربرد باکتری (۱۳۵/۱ گرم بر متر مربع) بدست آمد که با سایر تیمارها در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار داشت (شکل ۴-۵). کمترین وزن خشک برگ از تیمار ۸ دقیقه امواج فراصوت و عدم کاربرد باکتری (۹۶/۶۰ گرم بر متر مربع) بدست آمد که اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با تیمار شاهد نداشت.



شکل ۴-۵: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن خشک برگ لوبیا چشم بلبلی

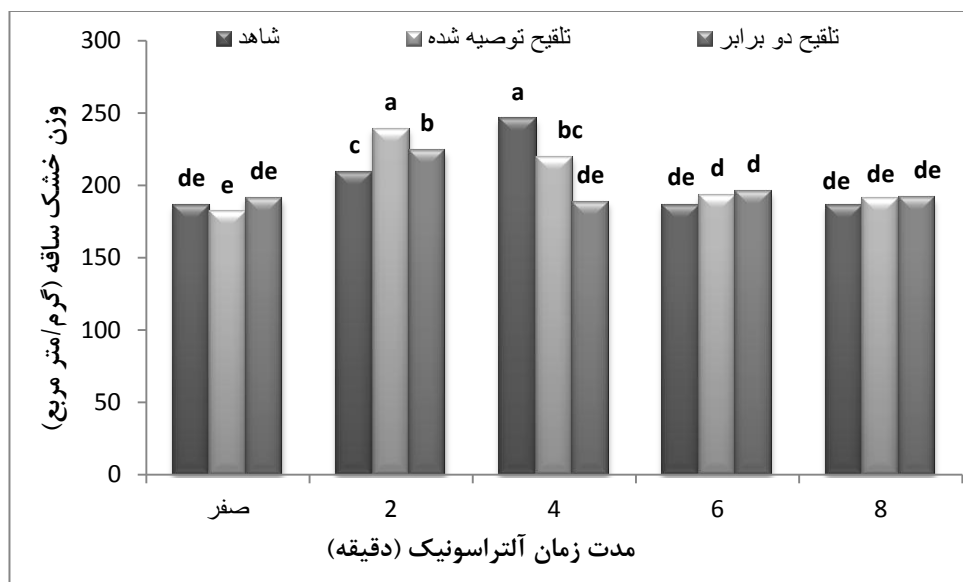
۴-۶- وزن خشک ساقه

براساس نتایج آزمایش تأثیر کاربرد امواج فراصوت بر وزن خشک ساقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۲). پرتودهی ۲ دقیقه ای بذر، وزن خشک ساقه را حدود ۲۰/۲ درصد نسبت به عدم پرتودهی بذر افزایش داد. ولی با افزایش مدت زمان پرتودهی تا ۸ دقیقه به تدریج از این افزایش کاسته شد به نحوی که تیمارهای ۴، ۶ و ۸ دقیقه وزن خشک ساقه را به ترتیب ۱۷/۰، ۲/۹ و ۱/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. با این حال بین تیمارهای شاهد، ۶ و ۸ دقیقه امواج فراصوت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۴-۵).

همچنین اثر کاربرد نیتروکسین بر وزن خشک ساقه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تلقیح توصیه شده نیتروکسین باعث افزایش ۳/۲ درصد وزن خشک ساقه نسبت به تلقیح دو برابر نیتروکسین شد. همچنین بین دو تیمار تلقیح دو برابر نیتروکسین و شاهد و نیز تیمار تلقیح

توصیه شده نیتروکسین و شاهد اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد (جدول ۴-۶). این باکتری ها به دلیل اثرات سینرژیستی بر یکدیگر موجب افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی شده و رشد و عملکرد گیاه را افزایش می دهند (ویکرام، ۲۰۰۷). بر طبق تحقیقات در بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد بر گیاه سورگوم مشخص شد، تلقیح با انواعی از باکتری ها وزن خشک اندام های هوایی را به طور معنی داری در مقایسه با شاهد و نیز در مقایسه با کاربرد سنگ فسفات افزایش داد (ویکرام، ۲۰۰۷). بر طبق نتایج نظارت (۱۳۸۵)، تلقیح توام سوبه های مختلف باکتری های افزایش دهنده رشد گیاه به طور معنی داری وزن خشک ساقه ($p < 0.05$) و وزن خشک برگ در ذرت ($p < 0.01$) را افزایش داد.

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت در سطح ۱ درصد بر وزن خشک ساقه معنی دار شد (جدول ۴-۲). بیشترین مقدار وزن خشک ساقه مربوط به تیمار ۴ دقیقه فراصوت و عدم تلقیح نیتروکسین (۲۴۵/۹ گرم بر متر مربع) بود که با سایر تیمارها به جز تیمار ۲ دقیقه امواج فراصوت و تلقیح توصیه شده نیتروکسین در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری داشت (شکل ۴-۶). کمترین مقدار وزن خشک ساقه مربوط به تیمار تلقیح توصیه شده نیتروکسین و عدم کاربرد امواج فراصوت (۱۸۱/۶ گرم بر متر مربع) بود که با تیمار شاهد در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری نداشت.

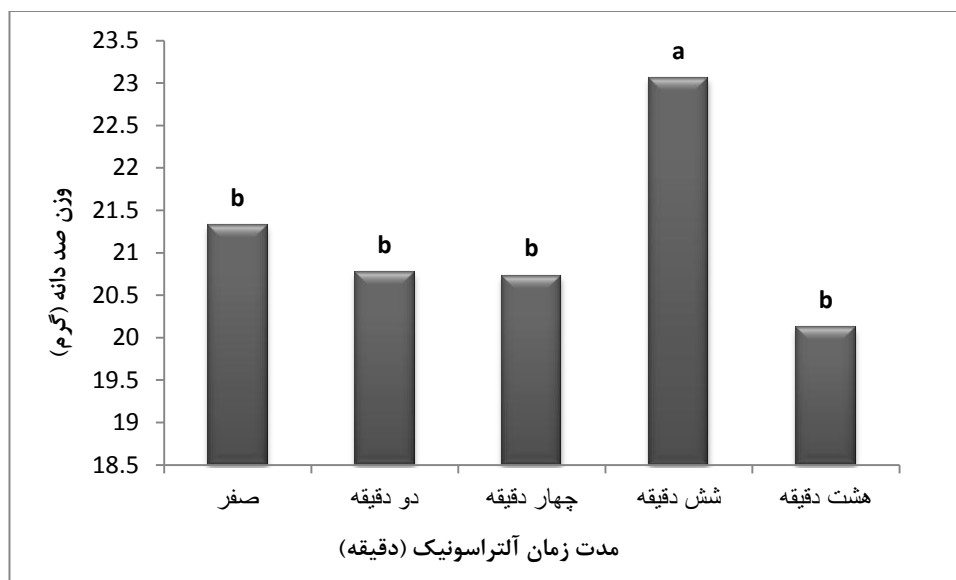


شکل ۴-۶: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن خشک ساقه لوبیا چشم بلبلی

۴-۷- وزن ۱۰۰ دانه

بررسی نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد امواج فراصوت تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن ۱۰۰ دانه داشت (جدول ۴-۱). براساس جدول مقایسه میانگین مشخص شد که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به تیمار ۶ دقیقه است و موجب افزایش ۸/۶ درصد وزن ۱۰۰ دانه شد (جدول ۴-۵). همان طور که مشاهده می شود تیمارهای ۲، ۴ و ۶ دقیقه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با شاهد در افزایش وزن ۱۰۰ دانه نداشته و در یک سطح آماری قرار دارند (شکل ۴-۷). تحقیقات انجام شده نشان داد طول گیاهچه گندمی که تحت تاثیر تیمار فراصوت قرار گرفته بیشتر از شاهد است (پلدنسی و همکاران، ۲۰۰۵).

تاثیر کاربرد نیتروکسین و اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن ۱۰۰ دانه معنی دار نشد.



شکل ۴-۷: تاثیر امواج فراصوت بر وزن صد دانه لوبیا چشم بلبلی

۴-۸- وزن تر و خشک گره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس این دو صفت نشان داد که عوامل مورد بررسی تاثیر معنی داری بر وزن تر و خشک گره نسبت به شاهد در این تحقیق نداشتند (جدول ۴-۳).

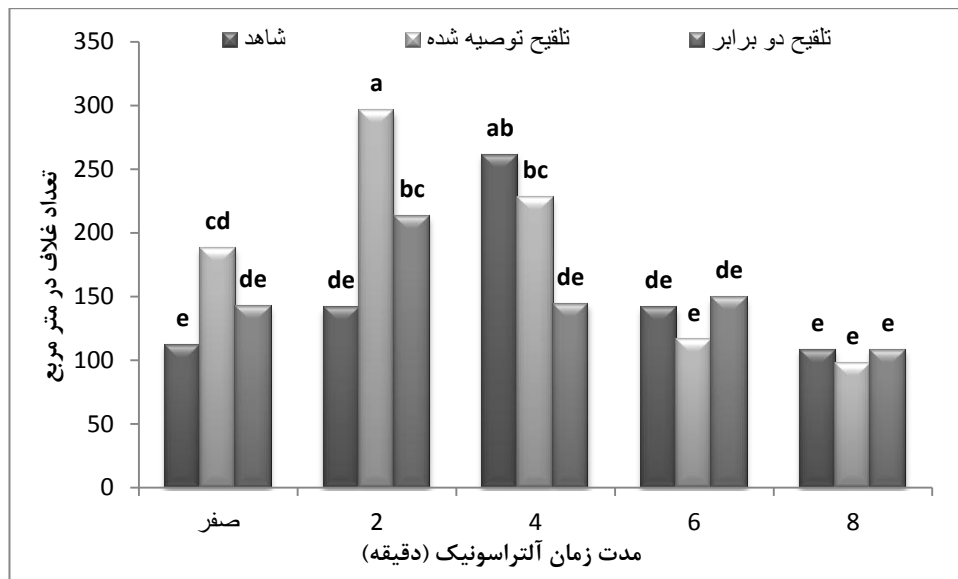
۴-۹- تعداد غلاف در متر مربع

نتایج ارایه شده در جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) بیان گر آن است که استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر افزایش تعداد غلاف در متر مربع داشت. تلقیح توصیه شده ۲۱/۱ درصد تعداد غلاف در متر مربع را در مقایسه با شاهد افزایش داد. و بین تلقیح دو برابر نیتروکسین و شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشته است (جدول ۴-۵).

کاربرد امواج فراصوت در سطح ۱ درصد بر تعداد غلاف در متر مربع معنی دار شد. به طوری که بیشترین تعداد غلاف در تیمار ۲ دقیقه (۲۱۶/۹ غلاف در متر مربع) و کمترین تعداد غلاف مربوط به تیمار ۸

دقیقه (۱۰۴/۴ غلاف درمتر مربع) بدست آمد. همان طور که در جدول مقایسه میانگین (جدول ۴-۵) مشاهده می شود تیمار ۶ دقیقه اختلاف معنی داری از نظر تعداد غلاف در متر مربع با شاهد نداشت. پرایم بذور لوبیا چشم بلبلی با امواج آلتراسونیک موجب افزایش سرعت جوانه زنی شده و با استقرار سریع گیاه و دریافت بیشتر از عناصر طبیعی (رطوبت، نور و ...) سبب افزایش رشد و عملکرد لوبیا چشم بلبلی می گردد.

اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت در سطح احتمال ۱ درصد به طور معنی داری بر تعداد غلاف تاثیر داشتند (جدول ۴-۱). نتایج بدست آمده نشان داد که کمترین تعداد غلاف مربوط به تیمار ۸ دقیقه امواج فراصوت و تلقیح توصیه شده نیتروکسین (۹۷/۳ غلاف در متر مربع) بود که تفاوت معنی داری با شاهد نداشت و بیشترین تعداد غلاف مربوط به تیمار تلقیح توصیه شده نیتروکسین و ۲ دقیقه امواج فراصوت (۲۹۶ غلاف درمتر مربع) بود (شکل ۴-۸). باکتری های محرک رشد از طریق تولید آنزیم و ترشحات اسیدی به انحلال و آزاد سازی عناصر تثبیت شده و نامحلول کمک نموده و سبب بهبود تغذیه و افزایش عملکرد گیاهان می گردند. در بررسی انجام شده روی لوبیا در منطقه کنیا مشخص شد که با تلقیح بذور توسط باکتری های محرک رشد بیشترین تعداد غلاف در بوته های تلقیح شده و کمترین تعداد در بوته های شاهد ایجاد شد (شیسانیا، ۲۰۰۲).

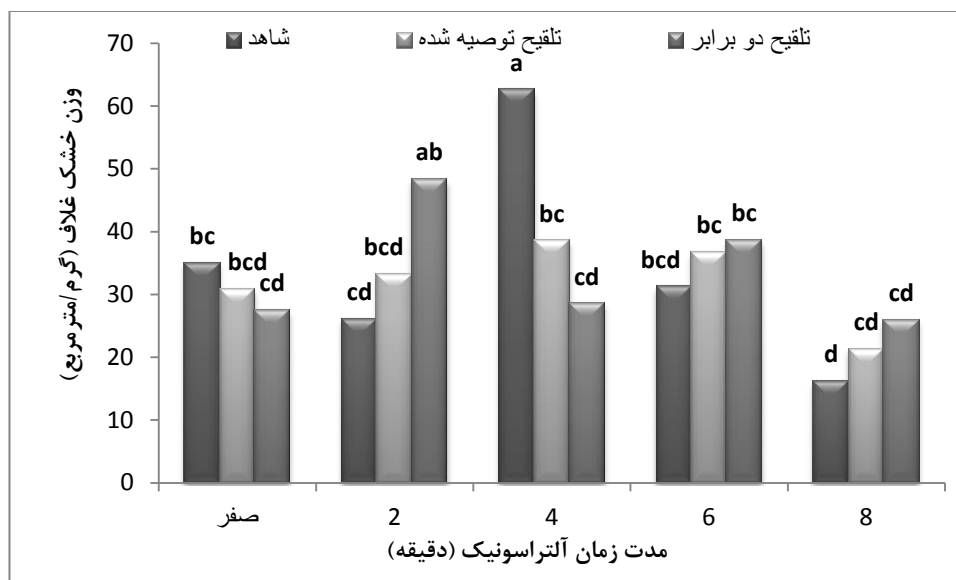


شکل ۴-۸: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فرا صوت بر تعداد غلاف لوبیا چشم بلبلی

۴-۱۰- وزن خشک غلاف در متر مربع

بررسی نتایج حاصل از این تحقیق در جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱) بیان گر آن است که کاربرد امواج فراصوت تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک غلاف داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار وزن خشک غلاف (۴۳/۱۹ گرم بر مترمربع) مربوط به تیمار زمان ۴ دقیقه و کمترین مقدار (۲۱/۱۵ گرم بر مترمربع) مربوط به تیمار زمان ۸ دقیقه است (جدول ۴-۵). همان طور که مشاهده می شود بین تیمار ۸ دقیقه و شاهد اختلاف معنی داری از نظر وزن خشک غلاف وجود ندارد با افزایش مدت زمان تیمار تا ۶ دقیقه وزن خشک غلاف افزایش و در تیمار ۸ دقیقه کاهش می یابد. به طوری که تیمارهای ۲، ۴ و ۶ به ترتیب وزن خشک غلاف را به میزان ۱۵/۵، ۳۸/۹ و ۱۴/۲ درصد افزایش داده اند. تیمار فراصوت باعث افزایش فعالیت آنزیم ها می شود (بارتون و همکاران، ۱۹۹۶؛ زرنر و همکاران، ۱۹۸۷). همچنین با تولید حباب هایی در داخل مایعات ایجاد نقاط داغ کرده و بدین ترتیب باعث افزایش انتقال گرما و انهدام میکروارگانیسم ها می شود (ایشیموری و همکاران، ۱۹۸۱؛ ساسلیک، ۱۹۹۰). بذر تریچه تیمار شده با امواج فراصوت افزایش سرعت جوانه زنی و همچنین افزایش ۱۳ الی ۱۶ درصدی طول ریشه چه را نسبت به شاهد نشان داد (شیمومورا، ۱۹۹۰).

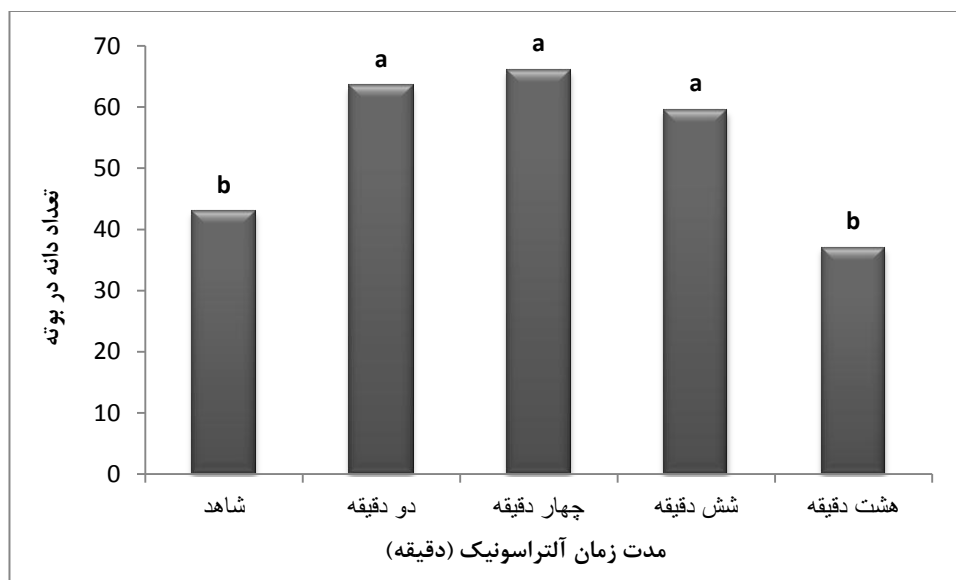
اثرمتقابل نیتروکسین و امواج فراصوت تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن خشک غلاف داشتند (جدول ۴-۱). نتایج بدست آمده نشان داد که کمترین وزن خشک غلاف مربوط به تیمار ۸ دقیقه فراصوت و عدم تلقیح نیتروکسین (۱۶/۱۳ گرم/متر مربع) می باشد و بیشترین وزن خشک غلاف مربوط به تیمار ۴دقیقه فراصوت و عدم تلقیح نیتروکسین (۶۲/۵۳ گرم/متر مربع) بود (شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹: اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر وزن خشک غلاف لوبیا چشم بلبلی

۴-۱۱- تعداد دانه در بوته

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی به طور معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر امواج فراصوت قرار گرفت (جدول ۴-۱). بیشترین تعداد دانه با اعمال ۴ دقیقه امواج فراصوت حاصل شد که اختلاف معنی داری با شاهد دارد (شکل ۴-۱۰). همان طور که مشاهده می شود اعمال ۲، ۴ و ۶ دقیقه امواج فراصوت به ترتیب باعث افزایش ۴۷/۹، ۵۳/۸ و ۳۸/۵ درصد در تعداد دانه در بوته نسبت به تیمار شاهد شدند و اعمال ۸ دقیقه امواج فراصوت باعث کاهش ۱۴/۲ درصد در تعداد دانه نسبت به تیمار شاهد شد.

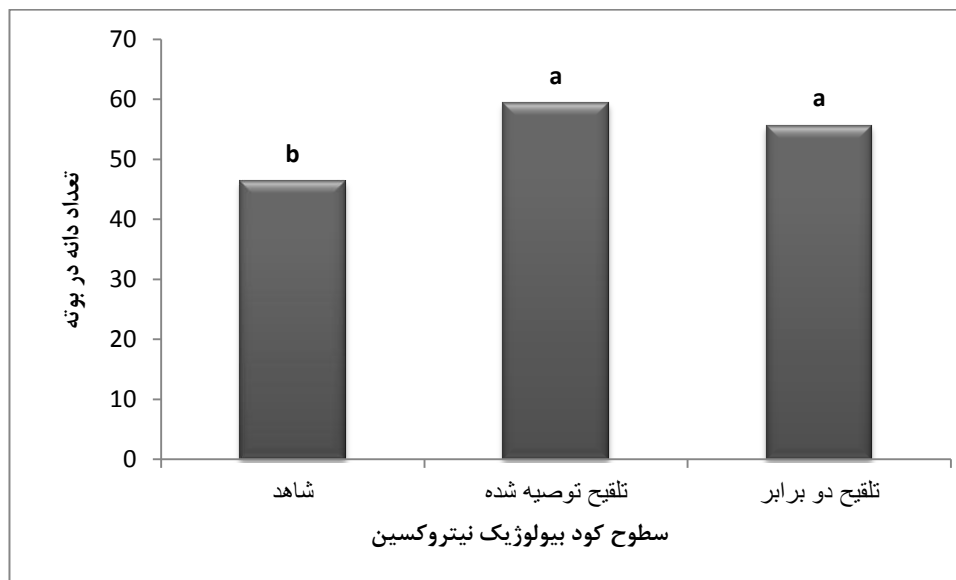


شکل ۴-۱۰: تاثیر امواج فراصوت بر تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی

کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد دانه لوبیا چشم بلبلی معنی دار شد (جدول ۴-۱). به طوری که طبق مقایسات میانگین (جدول ۴-۵) بیشترین تعداد دانه در بوته (۵۹/۴) مربوط به تیمار تلقیح توصیه شده نیتروکسین و کمترین تعداد دانه در بوته (۴۶/۲) مربوط به تیمار شاهد بود. و بین دو تیمار تلقیح توصیه شده و تلقیح دو برابر نیتروکسین اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۴-۱۱).

تعداد دانه در غلاف یکی از اجزای مهم عملکرد دانه بوده که تحت تاثیر تلقیح با باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن قرار می گیرد (قاسمی پیر بلوطی و همکاران، ۱۳۸۱). بوته های تلقیح یافته با باکتری احتمالا به دلیل فراهمی میزان مناسب نیتروژن گیاه و اثر مثبت آن بر طول دوره پر شدن دانه از طریق افزایش دوام سطح برگ و تخصیص بیشتر مواد به دانه موجب افزایش وزن دانه شده است (گراهام ورنالی، ۱۹۹۷). نتایج تحقیقات نشان داده است که مصرف مایه تلقیح با استفاده از سویه های برتر باکتریایی می تواند موجب تولید اقتصادی محصول و صرفه جویی در مصرف کودهای نیتروژن دار گردد و نیز تلقیح باکتریایی با افزایش توان مقابله گیاه در مقابل هجوم بیماری های خاکزاد و نداشتن اثرات سوء محیطی به لحاظ آلودگی خاک و آب های

زیر زمینی گامی مهم در جهت کشاورزی پایدار است (خودشناس و همکاران، ۱۳۸۲). اثر متقابل نیتروکسین و امواج فراصوت بر تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی معنی دار نبود.



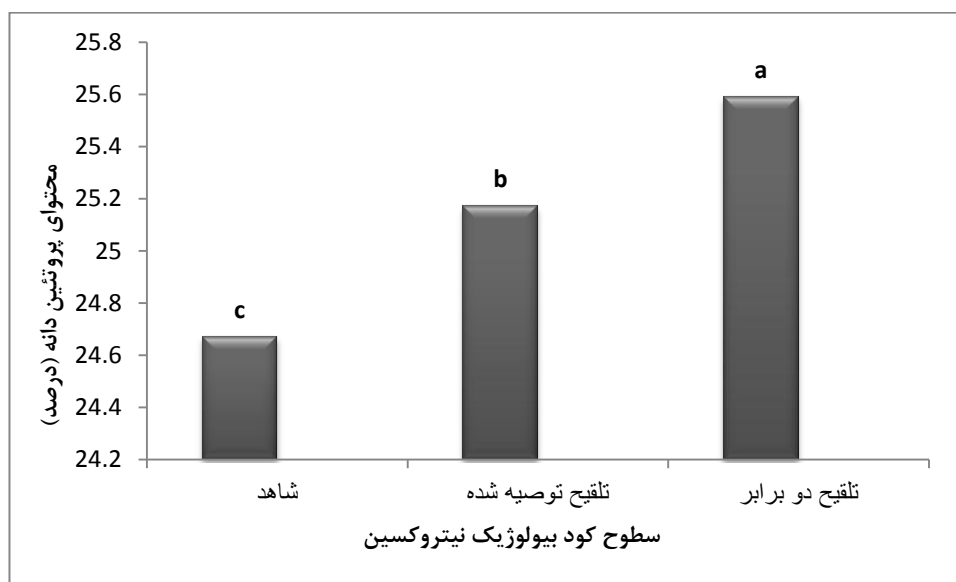
شکل ۴-۱۱: تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر تعداد دانه در بوته لوبیا چشم بلبلی

۴-۱۲- پروتئین دانه

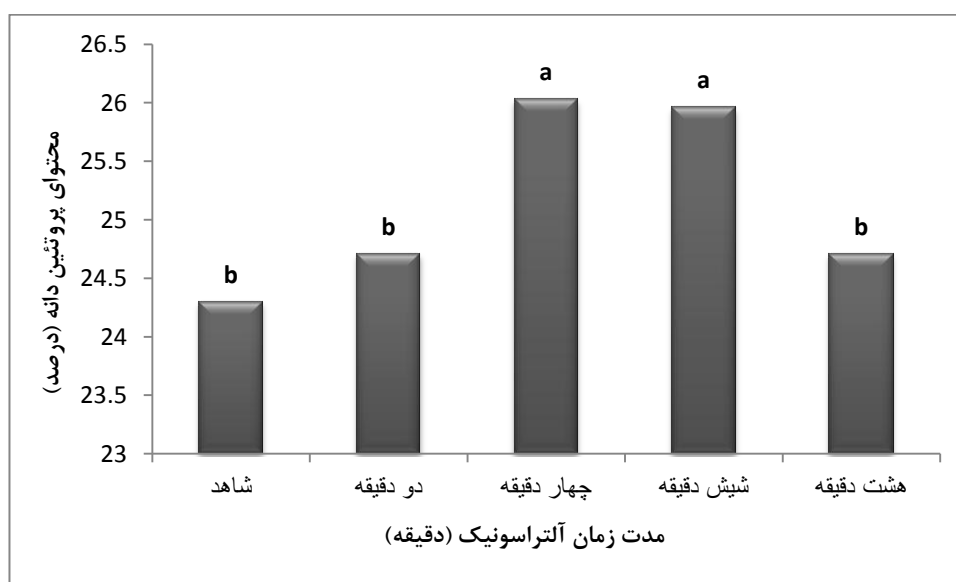
نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین و امواج فراصوت در سطح ۱ درصد بر پروتئین دانه معنی دار شدند (جدول ۴-۴).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین دانه، مربوط به تیمار تلقیح دو برابر نیتروکسین (۲۵/۵۹) و کمترین درصد پروتئین دانه مربوط به شاهد (۲۴/۶۷) می باشد (شکل ۴-۱۲). در آزمایشی کاربرد سه نوع کود نیتروکسین، نیتروژن و ورمی کمپوست باعث افزایش معنی داری در درصد پروتئین دانه گیاه کنجد شد. دلیل این امر کاربرد نیتروژن می باشد، چون نیتروژن در ساختار اسیدهای آمینه شرکت دارد (سجادی نیک و همکاران، ۱۳۹۰). بین سطوح مدت زمان امواج فراصوت در افزایش پروتئین دانه لوبیا اختلاف معنی داری وجود داشت. به طوری که بیشترین درصد پروتئین دانه در تیمار ۴ دقیقه (۲۶/۰۳) و

کمترین درصد پروتئین دانه در تیمار شاهد (۲۴/۳۰) بدست آمد. همان طور که در شکل ۴-۱۳ مشاهده می شود تیمارهای ۲ و ۸ دقیقه اختلاف معنی داری با شاهد ندارند. اثر متقابل امواج فراصوت و نیتروکسین بر این صفت معنی دار نبود.



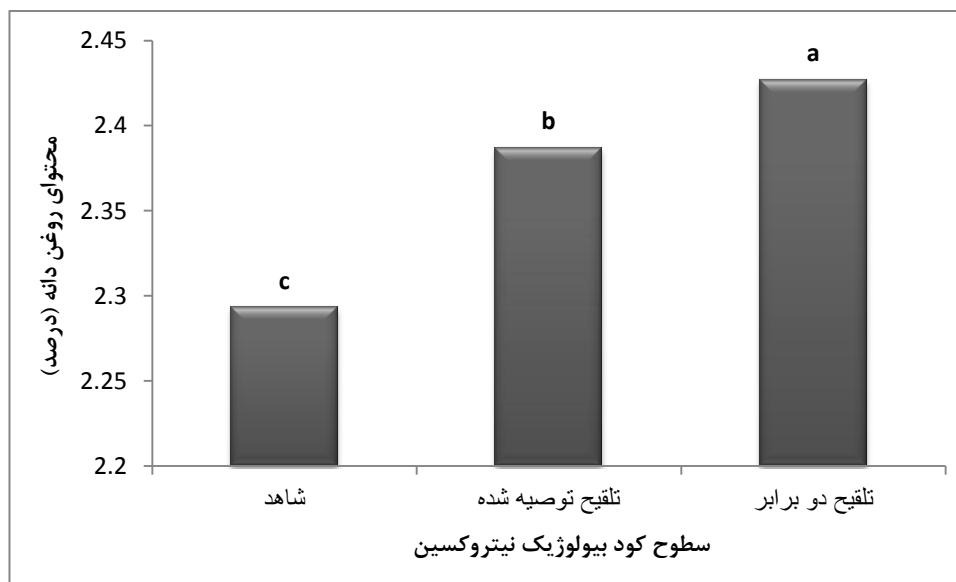
شکل ۴-۱۲: تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی



شکل ۴-۱۳: تاثیر امواج فراصوت بر پروتئین دانه لوبیا چشم بلبلی

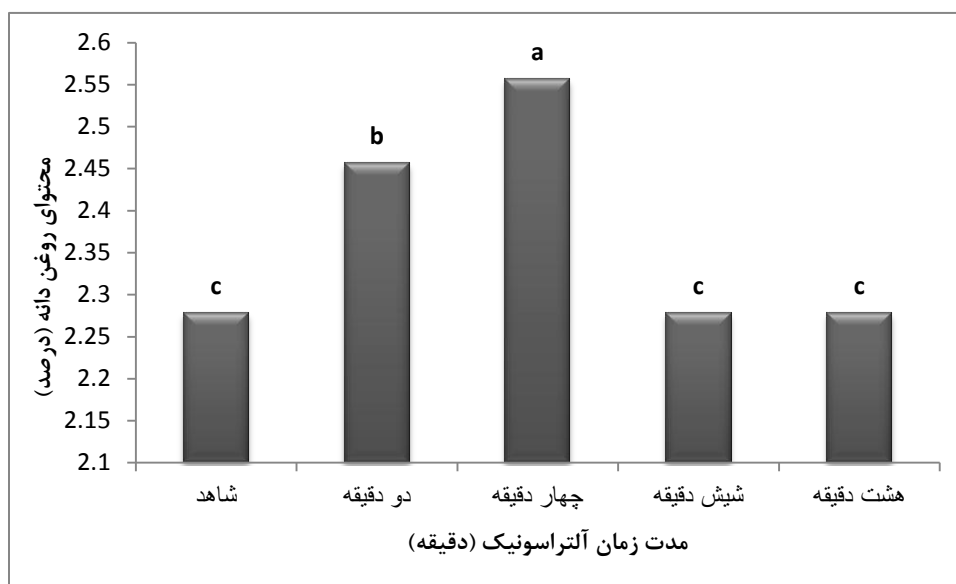
۴-۱۴- روغن دانه

نتایج ارزیابی شده در جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۴) بیان گر آن است که کاربرد نیتروکسین و تیمار امواج فراصوت تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد روغن دانه لوبیا چشم بلبلی داشتند. نتایج مقایسه میانگین بین سطوح کود نیتروکسین نشان داد که بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار تلقیح دو برابر نیتروکسین (۲/۲۹) و کمترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار شاهد (۲/۴۲) بود (شکل ۴-۱۶). در آزمایشی که روی ذرت انجام شد مشخص شد که بذور تلقیح شده با ازتو باکتر و آزوسپریلوم عملکرد دانه، ارتفاع و میزان روغن بیشتری در مقایسه با تیمار شاهد داشتند و دلیل این امر افزایش پتانسیل تولید موادی چون نیتروژن، انحلال فسفر، نیتريت و افزایش قابلیت دسترسی آهن در محیط ریشه گیاهان جهت توسعه ی رشد گیاهان می باشد (اکتر و همکاران ۲۰۰۴).



شکل ۴-۱۶: تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر روغن دانه لوبیا چشم بلبلی

بین سطوح امواج فراصوت اختلاف معنی داری از لحاظ درصد روغن دانه مشاهده شد. بیشترین درصد روغن دانه با اعمال ۴ دقیقه امواج فرا صوت (۲/۵۵۶) حاصل شد که اختلاف معنی داری با سایر سطوح امواج فراصوت داشت و کمترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار شاهد (۲/۹۶) بود (شکل ۴-۱۷). بین تیمارهای شاهد و ۶ و ۸ دقیقه امواج فراصوت اختلاف معنی داری نبود. اثر متقابل امواج فراصوت و نیتروکسین بر این صفت معنی دار نبود.

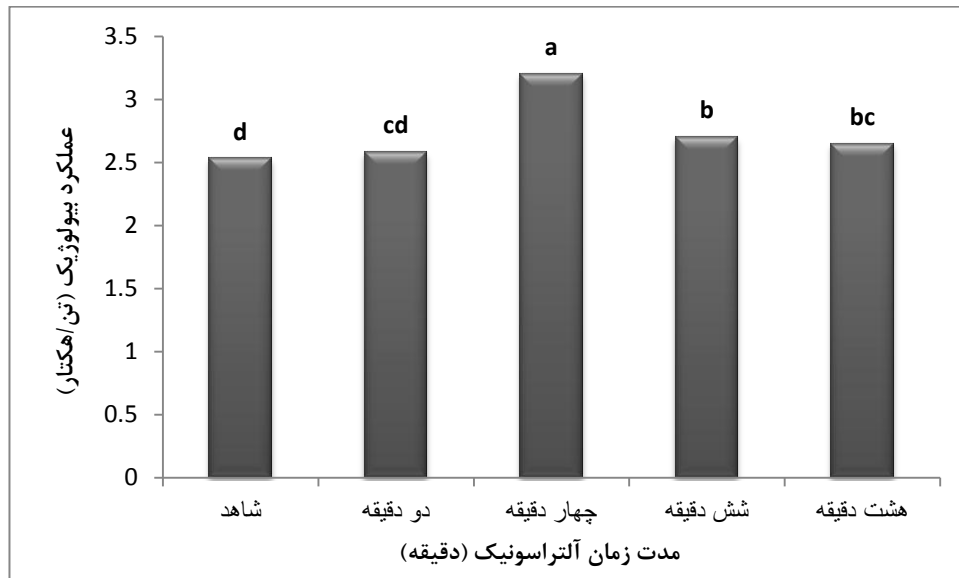


شکل ۴-۱۵: تاثیر امواج فراصوت بر روغن دانه لوبیا چشم بلبلی

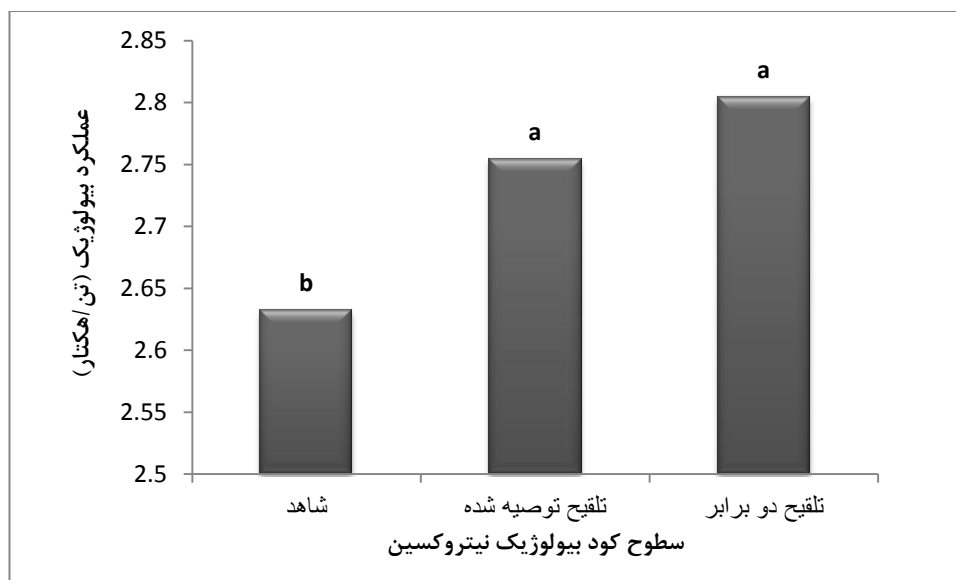
۴-۱۵- عملکرد بیولوژیک

بررسی نتایج این تحقیق نشان داد که امواج فراصوت تاثیر معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلی داشت (جدول ۴-۲). به طوری که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در تیمار ۴ دقیقه (۳/۲۰۱ تن/هکتار) و کمترین مقدار در تیمار شاهد (۲/۵۲۸ تن/هکتار) بدست آمد (شکل ۴-۱۸). تیمار ۲ دقیقه اختلاف معنی داری با شاهد ندارد و تیمارهای ۴، ۶ و ۸ دقیقه به ترتیب عملکرد بیولوژیک را ۲۶/۶، ۴/۶ و ۴/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند.

کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلی معنی دار شد (جدول ۴-۲). به طوری که عملکرد در مقایسه با شاهد ۶/۵ درصد افزایش یافت. هر چند که بین تیمار تلقیح توصیه شده و تلقیح دو برابر نیتروکسین از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱۹).



شکل ۴-۱۶: تاثیر امواج فراصوت بر عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلی



شکل ۴-۱۷: تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک لوبیا چشم بلبلی

اثرات تشدید کننده‌ی رشد گیاهانی که با باکتریهای آزوسپریلوم و ازتو باکتر تلقیح شده‌اند عمدتاً به دلیل فیتوهورمون، محدود شدن رشد قارچ‌های بیماری‌زا، تثبیت ازت مولکولی و سایر عناصر می‌باشد. یکی از راه‌هایی که این باکتری بر رشد و نمو گیاه اثر می‌گذارد سنتز اکسین می‌باشد. این هورمون باعث توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه و به دنبال آن افزایش جذب عناصر غذایی توسط آن می‌گردد. این اکسین تولید شده اثر چشمگیری بر رشد گیاه دارد (اعتصامی و همکاران، ۲۰۰۹). تثبیت ازت مولکولی و افزایش غلظت نیتروژن، به واسطه تحریک سنتز سیتوکینین و صدور آن از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه سبب افزایش تقسیمات سلولی و متعاقب آن افزایش ارتفاع، تعداد شاخه، و سطح برگ گیاه می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). مطالعات انجام شده روی لوبیا نشان داد، که تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلوم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه و تعداد غلاف نسبت به تیمار شاهد شد (بامبارا و همکاران، ۲۰۱۰). باکتری‌های محرک رشد نقش دو گانه بسیار مهمی در تأمین دو عنصر حیاتی، نیتروژن و فسفر ایفا می‌کنند. در پژوهشی که روی ماش انجام شد، نتایج نشان داد که

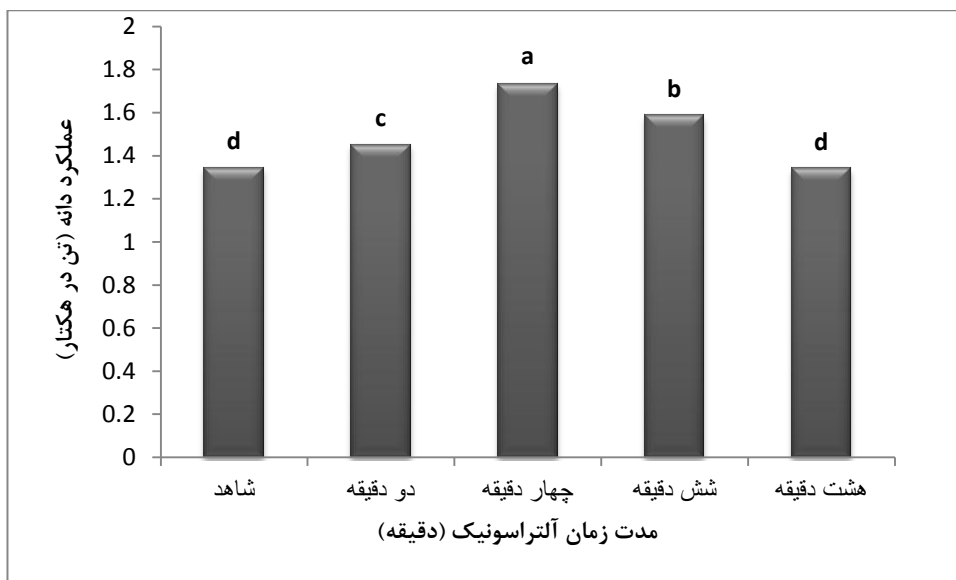
تلقیح با باکتری از تو باکتر موجب افزایش معنی دار وزن خشک کل اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد شد (محمود و اتار، ۲۰۰۸). اثر متقابل امواج فراصوت و کود بیولوژیک نیتروکسین بر این صفت معنی دار نبود.

۴-۱۶- عملکرد دانه

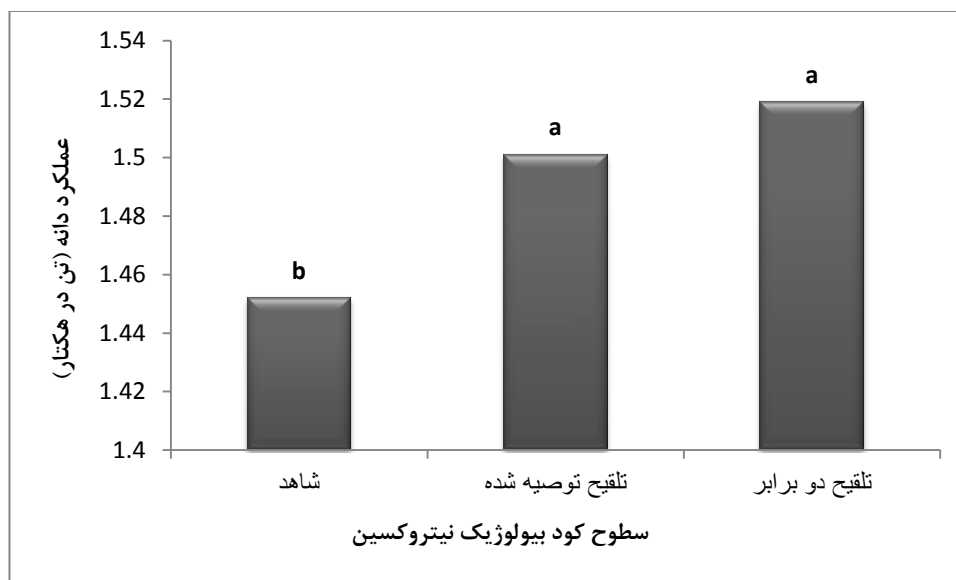
براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۲) بین سطوح مختلف امواج فراصوت از نظر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱/۷۳۵ تن در هکتار مربوط به تیمار ۴ دقیقه امواج فراصوت بود که این تیمار از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با سایر سطوح امواج فراصوت داشت و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۱/۳۴۰ تن در هکتار متعلق به تیمار ۸ دقیقه امواج بود. این تیمار از لحاظ آماری با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۴-۲۰). تیمارهای ۲، ۴ و ۶ دقیقه به ترتیب عملکرد دانه را ۷/۹، ۲۹/۱ و ۱۸/۲ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند.

در این بررسی اثر نیتروکسین در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه معنی دار شد (جدول ۴-۲). بیشترین عملکرد به میزان ۱/۵۱۹ تن در هکتار مربوط به تیمار دو برابر تلقیح و کمترین عملکرد به میزان ۱/۴۵۲ تن در هکتار مربوط به بوته های تلقیح نیافته (شاهد) مشاهده شد (شکل ۴-۲۱). بین تیمار تلقیح توصیه شده و تلقیح دو برابر باکتری از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. باکتری های PGPR از طریق تغییر در فیزیولوژی و مورفولوژی ریشه گیاهان تلقیح شده، موجب افزایش جذب عناصر و رشد بیش تر گیاهان می شوند. طبق نتایج آزمایشی تلقیح توام باکتری آزوسپریلوم و ازتوباکتر در سویا موجب افزایش درصد نیتروژن بخش هوایی گیاه و افزایش در عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارها گردید (راثی پور و علی اصغرزاده، ۱۳۸۶). در مطالعه اثر انواع کودهای زیستی بر ارقام گندم مشخص شد، تلقیح با آزوسپریلوم برازیلنس و ازتو

باکتر کروکوکوم و ترکیب این باکتری ها عملکرد دانه را در رقم Side⁸ به ترتیب ۵۳/۴، ۲۷/۹ و ۲۹/۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد. این افزایش عملکرد در رقم Sakh¹ به ترتیب ۵۵/۶، ۳۷/۱ و ۴۲/۵ درصد نسبت به شاهد بود (الهواری و همکاران، ۲۰۰۲).



شکل ۴-۱۸: تاثیر امواج فراصوت بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی

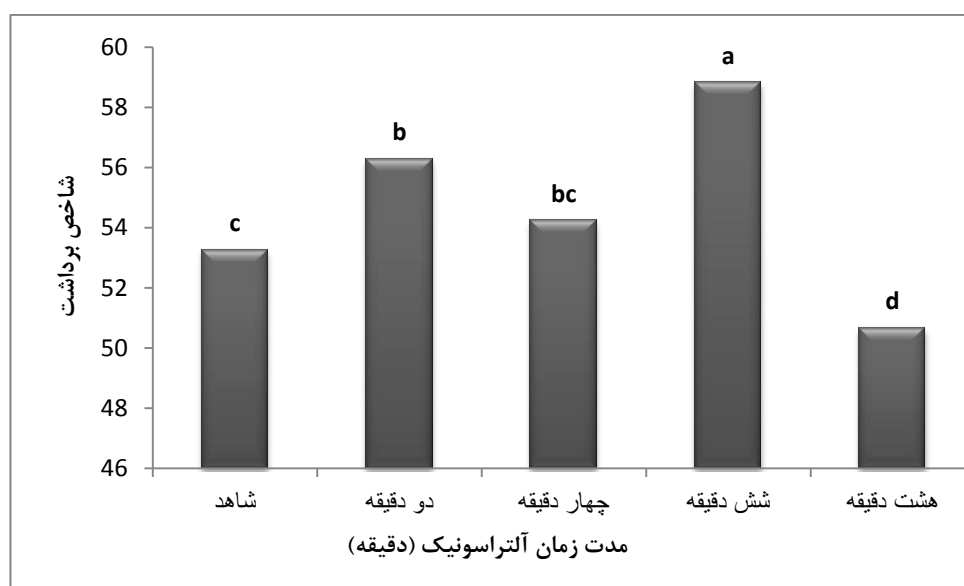


شکل ۴-۱۹: تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی

۴-۱۷- شاخص برداشت

شاخص برداشت در واقع نشان دهنده وضعیت تخصیص مواد فتوسنتزی بین رشد رویشی و رشد زایشی گیاه می‌باشد. هرچه شاخص برداشت بالاتر باشد نشان دهنده آن است که گیاه درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی را به قسمت محصول اقتصادی اختصاص داده است. البته شاخص برداشت بالا زمانی مناسب است که گیاه از لحاظ عملکرد دانه و چه از لحاظ عملکرد بیولوژیک به پتانسیل ژنتیکی خود نزدیک شده باشد و سهم عمده‌ای از عملکرد بیولوژیک، مربوط به عملکرد اقتصادی گیاه باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۸). در این بررسی اثر اصلی نیتروکسین و اثر متقابل امواج فراصوت و کود بیولوژیک نیتروکسین بر شاخص برداشت معنی دار نشد (جدول ۴-۲). براساس نتایج تجزیه واریانس، بین سطوح مختلف امواج فراصوت تفاوت معنی داری از نظر شاخص برداشت در سطح آماری ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴-۲). با توجه به نتایج مقایسات میانگین بیشترین شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی با میانگین ۵۸/۸۲ درصد مربوط به تیمار ۶ دقیقه و کمترین شاخص برداشت لوبیا با میانگین ۵۰/۶۶ درصد مربوط به تیمار ۸ دقیقه بود. مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان تیمار

تا ۶ دقیقه شاخص برداشت افزایش و در تیمار ۸ دقیقه بطور غیر معنی داری نسبت به تیمار ۶ دقیقه کاهش یافت. به طوری که تیمارهای ۲، ۴ و ۶ دقیقه به ترتیب شاخص برداشت را ۵/۶، ۱/۸ و ۱۰/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش و تیمار ۸ دقیقه شاخص برداشت را ۴/۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. همچنین از لحاظ آماری بین دو تیمار ۲ و ۴ دقیقه موج و تیمار ۴ دقیقه و شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۴-۲۲).



شکل ۴-۲۰: تأثیر کاربرد امواج فراصوت بر شاخص برداشت لوبیا چشم بلبلی

۴-۱۸- کلروفیل برگ

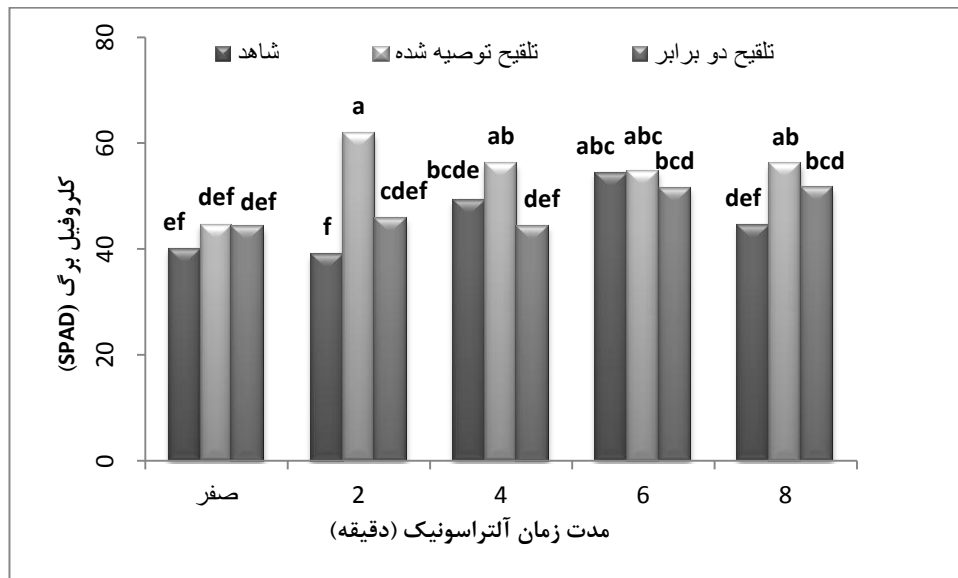
همان طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می شود (جدول ۴-۴) کود بیولوژیک نیتروکسین و کاربرد امواج فراصوت در سطح ۱ درصد تاثیر معنی داری بر کلروفیل برگ لوبیا چشم بلبلی داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد تلقیح توصیه شده باکتری کلروفیل برگ را به مقدار ۲۰/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. همچنین بین تلقیح دو برابر نیتروکسین و شاهد اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد (جدول ۴-۴).

۶). این افزایش کلروفیل می تواند ناشی از همزیستی مثبت باکتری های محرک رشد با ریشه گیاه و بهبود وضعیت تغذیه و سلامت گیاه می گردد و عکس العمل مثبت گیاه نسبت به کاربرد آن از طریق بهبود رشد رویشی و افزایش پیکره گیاه نمایان می شود. علاوه بر این افزایش سطح اندام های سبز گیاه می تواند در افزایش فتوسنتز و سنتز مواد فتوسنتزی در گیاه نیز موثر واقع شود (کاپالینیک و همکاران، ۱۹۸۲). باکتری های محرک رشد مانند ازتوباکتر و آزوسپریلوم علاوه بر محلول کردن فسفر خاک، با تولید مقادیر قابل ملاحظه مواد تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین ها، جیبرلین ها و سیتوکینین ها رشد، نمو و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می دهند (زهیر و همکاران ۲۰۰۴).

بیشترین میزان کلروفیل قرائت شده با پرتودهی در مدت ۶ دقیقه حاصل شد که سبب افزایش ۲۴/۶ درصد کلروفیل نسبت به شاهد شد و کمترین میزان کلروفیل در تیمار شاهد بود. همان طور که مشاهده می شود بین تیمارهای ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد (جدول ۴-۶). پرایمینگ بذورلوبیا چشم بلبلی با امواج فراصوت از طریق تحریک و افزایش سرعت جوانه زنی و استقرار سریع گیاه می تواند فعالیت ریشه گیاه در جذب آب و مواد غذایی را بیشتر نماید که تاثیر مستقیمی بر میزان کلروفیل، فتوسنتز و نهایتا عملکرد گیاه دارد.

بررسی نتایج این تحقیق نشان داد بر هم کنش امواج فراصوت و نیتروکسین اختلاف معنی داری بر کلروفیل برگ داشت (جدول ۴-۴). بیشترین مقدار کلروفیل (۶۱/۸۱ قرائت اسپد) از ۲ دقیقه امواج فراصوت و تلقیح توصیه شده نیتروکسین حاصل شد که با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت و کمترین مقدار کلروفیل (۳۸/۹۸ قرائت اسپد) مربوط به ۲ دقیقه امواج فراصوت و عدم تلقیح نیتروکسین بود که اختلاف معنی داری با شاهد نداشت (شکل ۴-۲۳). در آزمایشی که توسط سلمانی بیاری و همکاران (۱۳۹۰) روی گندم صورت گرفت و تیمارها شامل نیتروکسین و کود شیمیایی اوره بود مشخص شد که غلظت کلروفیل b و a دراکثر

تیمارهای نیتروکسین نسبت به تیمارهای مصرف کود شیمیایی اوره افزایش یافته است که این امر به دلیل افزایش دسترسی نیتروژن و عناصر غذایی و توسعه ریشه توسط باکتری های محرک رشد می باشد.



شکل ۴-۲۱: اثر متقابل کود نیتروکسین و امواج فراصوت بر کلروفیل برگ لوبیا چشم بلبلی

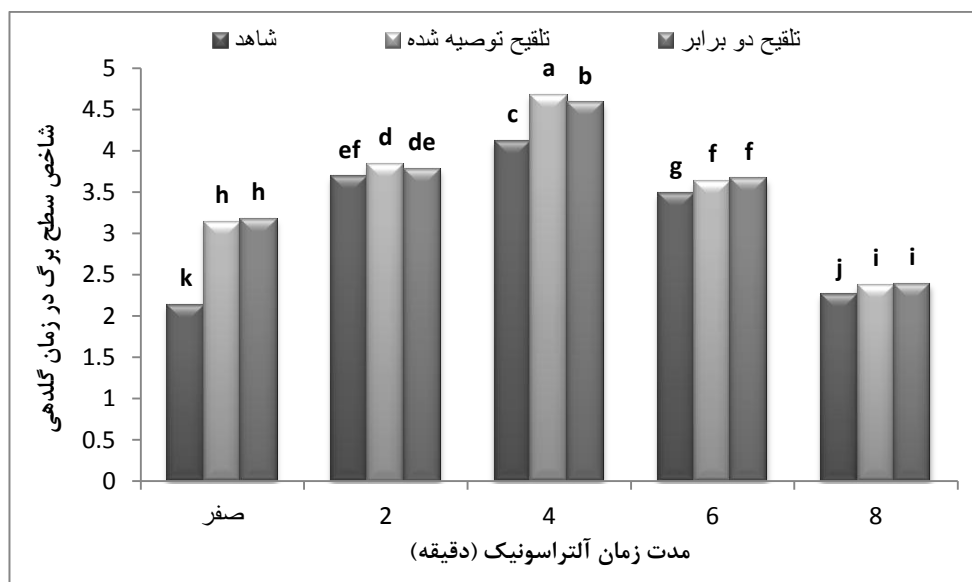
۴-۱۹- شاخص سطح برگ در زمان گلدهی

بر اساس نتایج آزمایش تأثیر کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین بر شاخص سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴-۳). در نتیجه کاربرد نیتروکسین به مقدار توصیه شده شاخص سطح برگ حدود ۱۲/۶ درصد نسبت به عدم مصرف نیتروکسین افزایش یافت. بین دو سطح تلقیح توصیه شده و تلقیح دو برابر نیتروکسین اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴-۶). از جمله فواید PGPR ها برای گیاه می توان به افزایش میزان جوانه زنی، افزایش سطح برگ، افزایش محتوای کلروفیل و تاخیر در پیری برگ اشاره نمود (دبلیو و همکاران، ۲۰۰۳). در دو آزمایش جداگانه مشخص شد که نیتروکسین سطح برگ شبدر برسیم و ذرت علوفه ای را به طور معنی‌داری افزایش داد (قول لرعطا و همکاران، ۱۳۸۷؛ پوراابراهیم و همکاران، ۱۳۸۹) و نیز در

آزمایشی تلقیح بذره‌های ریحان با نیتروکسین باعث افزایش تعداد برگ، سطح برگ و شاخص سطح برگ گردید (اصلانی و همکاران، ۱۳۸۷).

اثر امواج فراصوت نیز بر شاخص سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۴۵) با ۴ دقیقه امواج فراصوت و کمترین شاخص سطح برگ با ۸ دقیقه امواج فراصوت (۲/۳۳) مشاهده شد، که این دو مقدار از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۴-۶).

همچنین نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۳) مبین آن بود که اثر متقابل امواج فراصوت و نیتروکسین بر شاخص سطح برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ با تلقیح توصیه شده نیتروکسین و ۴ دقیقه امواج فراصوت بدست آمد که با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری داشت و کمترین شاخص سطح برگ با عدم کاربرد نیتروکسین و امواج فراصوت (تیمار شاهد) بدست آمد (شکل ۴-۲۶).



شکل ۴-۲۲: اثر متقابل کود نیتروکسین و امواج فراصوت بر شاخص سطح برگ در زمان گلدهی لوبیا چشم بلبلی

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از کود نیتروکسین و امواج فراصوت توانست بر بسیاری از صفات تأثیر مثبت بگذارد به طوری که نیتروکسین اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، تعداد گره، تعداد غلاف و دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، کلروفیل برگ و درصد پروتئین، نیتروژن و روغن دانه داشت. همچنین کاربرد امواج فراصوت باعث افزایش صفاتی مانند ارتفاع گیاه، فاصله اولین غلاف از سطح خاک، تعداد گره، وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک ساقه، روغن دانه، کلروفیل برگ و عملکرد بیولوژیک گیاه شد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان استنباط کرد که نقش باکتری‌های محرک رشد به همراه امواج فراصوت در بازه‌های زمانی ۴ و ۶ دقیقه منجر به افزایش ویژگی‌های رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی در لوبیا چشم‌بلبلی شده و معمولاً با افزایش زمان پرتودهی تا ۸ دقیقه صفات بررسی شده افت پیدا کردند به علاوه بین دو سطح تلقیح توصیه شده نیتروکسین و تلقیح دو برابر نیتروکسین در غالب صفات تفاوت چشم‌گیری مشاهده نشد.

پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصله از این پژوهش جهت انجام بهتر و دقیق‌تر این چنین آزمایشاتی پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

- آزمایش مذکور حداقل یکسال دیگر تکرار شود.

- اثر امواج فراصوت و کود نیتروکسین بر روی سایر گیاهان زراعی به ویژه حبوبات و غلات مورد بررسی قرار گیرد.

- بهتر است در مورد تعیین وضعیت بقاء باکتری های محرک رشد استفاده شده بعد از برداشت محصول نیز تحقیقاتی صورت گیرد.

- بررسی اثرات متقابل باکتری ها و ریز موجودات خاکزی برای شناسایی بهترین ترکیب

- بررسی دقیق رابطه بین امواج فراصوت و باکتری های محرک رشد در شرایط کنترل شده

- بررسی اثرات متقابل انواع کودهای بیولوژیک و امواج فراصوت بر روی سایر گیاهان زراعی

پیوست‌ها

جدول ۴-۱: میانگین مربعات صفات ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	وزن خشک غلاف	تعداد غلاف در متر مربع	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	فاصله اولین غلاف از سطح خاک
بلوک	۲	۱۸/۰۸۱	۲۷/۰۶۱	۴۹۰۲/۷۵۶	۸۱/۴۸۹	۱/۷۵۰	۲۱/۳۵۲
آلتراسونیک (F)	۴	۱۰۸/۳۲۰**	۵۸۹/۲۸۶**	۲۱۶۸۸**	۷۴۴/۱۵۱۸**	۱۱/۳۷۶**	۸۵/۰۹۵**
نیتروکسین (B)	۲	۱۰۴/۹۹۴**	۱۷/۶۶۳ ^{ns}	۵۴۲۹/۶۸۹*	۶۸۵/۰۸۹**	۷/۷۶۸ ^{ns}	۱۸۳/۰۹۳**
B*F	۸*	۱۱۲/۲۳۸**	۳۶۱/۲۹۰*	۷۲۲۸/۸۰۰**	۴۷۸/۸۴ ^{ns}	۱/۷۱۰ ^{ns}	۸۳/۰۲۵**
خطا	۲۸	۱۰/۹۲۲	۱۲۲/۹۰۰	۱۳۳۰/۱۸۴	۱۹/۲۲۷	۲/۵۱۷	۹/۲۹۸

***، ** و ^{ns} به ترتیب بیان گر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار می باشد.

جدول ۴-۲: میانگین مربعات صفات ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
بلوک	۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۸/۱۳۸	۸/۷۱۵	۳۵/۵۴۰
آلتراسونیک (F)	۴	۰/۶۶۰**	۰/۲۵۸**	۸۵/۷۱۱**	۷۵۱/۰۱۴**	۲۸۲۱/۲۹۰**
نیتروکسین (B)	۲	۰/۱۱۷**	۰/۰۱۸**	۴/۳۱۹ ^{ns}	۲۲۹/۲۷۵**	۱۶۴/۷۲۵*
B*F	۸	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲/۸۴۵ ^{ns}	۲۵۱/۶۳۵**	۷۸۵/۹۶۶**
خطا	۲۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	۲/۵۲۰	۱۹/۷۲۲	۴۴/۵۹۰

***، ** و ^{ns} به ترتیب بیان گر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار می باشد.

جدول ۴-۳: میانگین مربعات صفات ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد گره در بوته	وزن خشک گره در بوته	وزن تر گره در بوته	تعداد شاخه های فرعی	شاخص سطح برگ
بلوک	۲	۱۹/۷۵۶	۰/۷۹۶	۸/۳۱۹	۰/۴۲۲	۰/۰۱۶
آلتراسونیک (F)	۴	۱۳۴/۵۰۰**	۰/۸۰۵ ^{ns}	۸/۳۹۴ ^{ns}	۲/۵۰۰**	۶/۲۰۵**
نیتروکسین (B)	۲	۴۷۳/۶۸۹**	۰/۷۴۹ ^{ns}	۷/۶۹۷ ^{ns}	۱۶/۹۵۶**	۰/۷۵۶**
B*F	۸	۱۱۰/۹۶۷**	۰/۸۶۶ ^{ns}	۹/۲۱۰ ^{ns}	۳/۰۶۷**	۰/۱۵۷**
خطا	۲۸	۳/۷۰۸	/۷۸۱	۸/۲۷۷	۰/۳۰۳	۰/۰۰۳

*، **، و n.s. به ترتیب بیان گر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار می باشد.

جدول ۴-۴: میانگین مربعات صفات ارزیابی شده در گیاه لوبیا چشم بلبلی تیمار شده با نیتروکسین و امواج فراصوت

منابع تغییر	درجه آزادی	پروتئین دانه	روغن دانه	کلرفیل برگ
بلوک	۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۶	۹۱/۴۱۷
آلتراسونیک (F)	۴	۵/۷۰۱**	۰/۱۵۱**	۱۳۶/۶۴۶**
نیتروکسین (B)	۲	۳/۱۴۰**	۰/۰۷۰**	۳۵۵/۳۰۶**
B*F	۸	۰/۳۹۰ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۷۳/۳۵۳*
خطا	۲۸	۰/۲۰۵	۰/۰۰۲	۳۰/۵۸۱

*، **، و n.s. به ترتیب بیان گر معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار می باشد.

جدول ۴-۵: مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر نیتروکسین و امواج فراصوت

فاصله اولین غلاف از سطح خاک (cm)	وزن خشک غلاف (g/m ²)	وزن خشک ساقه (g/m ²)	تعداد غلاف در متر مربع	وزن خشک برگ (g/m ²)	ارتفاع گیاه (cm)	صفات تیما
<u>نیتروکسین</u>						
۳۲/۷۷ ^b	۳۴/۲	۲۰۲/۷ ^{ab}	۱۵۲/۸ ^b	۱۰۸/۵ ^b	۳۴/۴۳ ^b	شاهد
۳۶/۸۲ ^a	۳۲/۱	۲۰۴/۸ ^a	۱۸۵/۱ ^a	۱۱۲/۴ ^a	۳۹/۵۲ ^a	توصیه شده
۲۹/۸۷ ^c	۳۳/۷	۱۹۸/۳ ^b	۱۵۱/۵ ^b	۱۰۴/۶ ^c	۳۵/۷۳ ^b	دوبرابر
<u>آلتراسونیک</u>						
۳۰/۲۴ ^c	۳۱/۰۹ ^{bc}	۱۸۶/۳ ^b	۱۴۷/۶ ^b	۱۰۴/۶ ^c	۳۳/۵۴ ^b	شاهد
۳۴/۰۶ ^b	۳۵/۹۲ ^{ab}	۲۲۴/۱ ^a	۲۱۶/۹ ^a	۱۱۳/۳ ^b	۳۹/۴۲ ^a	۲ دقیقه
۳۷/۳۳ ^a	۴۳/۱۹ ^a	۲۱۸/۱ ^a	۲۱۱/۱ ^a	۱۲۲/۱ ^a	۳۴ ^b	۴ دقیقه
۳۴/۱۵ ^b	۳۵/۵۱ ^{ab}	۱۹۱/۸ ^b	۱۳۵/۶ ^{bc}	۱۰۲/۶ ^{cd}	۳۴/۶۹ ^b	۶ دقیقه
۲۹/۹۸ ^c	۲۱/۱۵ ^c	۱۸۹/۴ ^b	۱۰۴/۴ ^c	۹۹/۸۱ ^d	۴۱/۱۲ ^a	۸ دقیقه

* وجود یک حرف مشترک بین میانگین ها نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با آزمون LSD می باشد

جدول ۴-۶: مقایسه میانگین صفات تحت تاثیر نیتروکسین و امواج فراصوت

صفات تیمار	تعداد گره	وزن خشک گره (g)	وزن تر گره (g)	تعداد شاخه های فرعی	شاخص سطح برگ	کلروفیل برگ (SPAD)
<u>نیتروکسین</u>						
شاهد	۲۰/۸۷ ^b	۰/۰۰۵	۰/۰۱۵	۷/۶۰۰ ^c	۳/۱۳۴ ^b	۴۵/۴۴ ^b
توصیه شده	۳۰/۶۰ ^a	۰/۰۵۱	۰/۱۹۶	۹/۰۶۷ ^b	۳/۵۳۰ ^a	۵۴/۷۱ ^a
دوبرابر	۲۰/۸۷ ^b	۰/۴۱۳	۱/۳۳۶	۹/۶۶۷ ^a	۳/۵۱۵ ^a	۴۷/۵۱ ^b
<u>آلتراسونیک</u>						
شاهد	۱۹/۷۸ ^d	۰/۰۰۴	۰/۰۱۱	۸/۲۲۲ ^b	۲/۸۱۶ ^d	۴۲/۹۷ ^b
۲ دقیقه	۲۲/۱۱ ^c	۰/۰۸۳	۰/۳۱۶	۹/۴۴۴ ^a	۳/۷۶۶ ^b	۴۸/۸۹ ^a
۴ دقیقه	۲۶/۳۳ ^b	۰/۰۰۴	۰/۰۱۶	۸/۵۵۶ ^b	۴/۴۵۶ ^a	۴۹/۹۶ ^a
۶ دقیقه	۳۲/۰۰ ^a	۰/۶۸۸	۲/۲۲۷	۸/۴۴۴ ^b	۳/۵۸۹ ^c	۵۳/۵۵ ^a
۸ دقیقه	۲۰/۳ ^{cd}	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۹/۲۲۲ ^a	۲/۳۳۸ ^e	۵۰/۷۴ ^a

* وجود یک حرف مشترک بین میانگین ها نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد با آزمون LSD می باشد.

منابع

اصلانی ز.، حسنی ع.، رسولی صدقیانی م. ح.، برین م. و غیبی س. ع. (۱۳۸۷)، "پاسخهای رشدی گیاه ریحان به تلقیح آروسپریلوم و ازتوباکتر تحت شرایط تنش خشکی"، سومین همایش یافته‌های پژوهشی کشاورزی و منابع طبیعی (غرب کشور)، صفحه ۷۷، کردستان.

اکبری پ.، فلاوند ا. و مدرس ثانوی س. ع. م. (۱۳۸۸)، "اثرات سیستم های مختلف تغذیه و باکتری های افزاینده رشد (PGPR) بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان"، **مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی**، شماره ۳۳، دورخ ۶: ص ۱۲۰. بشارتی ب. و غریب ن. (۱۳۹۰)، "بررسی تأثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری های محرک رشد در شرایط تنش خشکی بر رشد و عملکرد مرزنگوش"، **نشریه علمی پژوهشی علوم خاک و آب**. شماره ۱، دوره ۱۱: ص ۴۶. پارسا م. و باقری ع. (۱۳۸۷)، "**حبوبات**"، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۵۲۴.

پور ابراهیمی م.، زواره م. و احتشامی م. ر. (۱۳۸۹)، "بررسی عملکرد دو رقم ذرت علوفه‌ای در پاسخ به تلقیح بذر با قارچ میکوریزا و نیتروکسین"، یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص ۳۷۴. دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

توحیدی مقدم ح. ر.، قوشچی ف.، ذاکری ا. و هادی ه. (۱۳۸۷)، "بررسی کارایی باکتری آروسپریلوم، ازتو باکتر ه همراه مصرف کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه ای"، **فصلنامه ی دانش کشاورزی ایران**، شماره ۳، دوره ۵: ص ۳۳۸. حسینی م. ب. (۱۳۸۳)، رساله دکتري زراعت، "اکوفیزیولوژی کشت مخلوط ارزن علوفه ای و لوبیای چشم بلبلی"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

راثی پور ا. و علی اصغرزاده ا. (۱۳۸۶)، "اثرات متقابل انواع باکتری های محرک رشد بر شاخص های رشد، غده بندی و جذب برخی عناصر غذایی در سویا"، **مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی**، شماره ۴، دوره ۶: ص ۲۱.

سجادی نیک ر.، یدوی ع.، بلوچی ح. ر. و فرجی، ه. (۱۳۹۰)، "مقایسه تاثیر کود های شیمیایی (اوره) آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنگد (*Sesamum indicam L.*)"، **نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار**، شماره ۲، دوره ۵، ص ۹۰.

سلمانی بیاری ا.، عجم نوروزی ح. و طاهری ق. (۱۳۹۰)، "واکنش فیزیولوژیکی ارقام گندم به منبع تامین نیتروژن"، **فصلنامه پژوهش های علوم گیاهی**، شماره ۲، دوره ۶: ص ۶۸.

صالح راستین ن. (۱۳۸۰)، "کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار"، **مجله علوم خاک و آب، ویژه نامه کودهای بیولوژیک**. ص ۳۶.

صالح راستین ن. (۱۳۸۴)، "مدیریت پایدار از دیدگاه بیولوژی خاک"، مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (چاپ دوم با بازنگری بنیادی)، خاوازی، ک.، اسدی رحمانی، ه.، ملکوتی، م. ج. (تدوین کنندگان)، صفحه ۲۲، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات سنا.

عدالت پیشه م. ر. (۱۳۸۶)، پایان نامه ارشد زراعت، "بررسی هیدروترمال پرایمینگ بذر و سطوح مختلف کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخصهای فیزیولوژیک ارقام ذرت"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

علی آبادی فراهانی ح. ارباب ع. و عباس زاده ب. (۱۳۸۷)، "تأثیر سوپر فسفات تریپل، تنش کم آبی و کود بیولوژیک نیتروکسین بر تعدادی از صفات کمی و کیفی (*Coriandrum sativum L.*)"، **فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران**، شماره ۱، دوره ۲: ص ۲۳.

عیدی زاده خ. مهدوی دامغانی ع. صباحی ح. و لرزاده ش. (۱۳۸۹)، "اثرات کاربرد تلفیقی کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای"، مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۲۲۹۳، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

فلاحی ج. کوچکی ع. و رضوانی مقدم پ. (۱۳۸۸)، "بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*)"، مجله پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۱، دوره ۲: ص ۱۳۲.

قلاوند ا. حمیدی ب.، دهقان شعار، م. ج.، اصغر زاده، ا. و چوگان. ر. (۱۳۸۵)، "کاربرد کودهای زیستی، راهبردی بوم شناختی برای مدیریت پایدار بوم نظام های زراعی"، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صفحه ۱۹۴، دانشگاه تهران.

قول لرعطا م. (۱۳۸۴)، پایان نامه ارشد زراعت: "اثر نیتروکسین بر عملکرد شبدر برسیم و جذب عناصر غذایی در سطوح مختلف شوری و فسفر خاک"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

کوچکی ع. و ثابت تیموری م. (۱۳۸۷)، "تأثیر فواصل آبیاری و نوع کود بر عملکرد کمی سه گیاه دارویی: اسطوخودوس، رزماری و زوفا در شرایط مشهد"، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۱، دوره ۲: ص ۸۰.

کوچکی ع.، تبریزی ل. و قربانی، ر. (۱۳۸۷)، "ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)"، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۳، دوره ۶: ص ۱۲۹.

کوچکی ع. و نجیب نیا س. (۱۳۸۷)، "نقش تنوع در کشاورزی پایدار"، انتشارات فردوسی مشهد، ص ۲۷۵.

کوچکی ع.، جهانی م.، تبریزی ل. و محمد آبادی ع. ا. (۱۳۹۰)، "ارزیابی اثر کود های بیولوژیک و شیمیایی و تراکم بر عملکرد گل و ویژگی های بنه زعفران (*Crocus sativus L.*)"، نشریه آب و خاک، شماره ۱، دوره ۳: ص ۲۰۱.

کوچکی، ع و بنایان اول، م. (۱۳۸۶)، "زراعت حبوبات"، چاپ هشتم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۲۳۶.

الله لوی. (۱۳۸۸)، "تأثیر سطوح زمانی مختلف امواج فراصوت بر جوانه زنی همیشه بهار"، پنجمین همایش ایده های نو در کشاورزی، ص ۹۱، اصفهان.

مجنون حسینی ن. (۱۳۷۲)، "حبوبات در ایران"، جلد دوم، چاپ سوم، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، ص ۲۴۰.

مجنون حسینی ن. (۱۳۸۳)، "زراعت غلات"، جلد اول، چاپ دوم، انتشارات نقش مهر، تهران، ص ۱۳۰.

مجنون حسینی ن. (۱۳۸۷)، "زراعت و تولید حبوبات"، چاپ چهارم، انتشارات جهاد دانشگاهی شعبه واحد تهران، تهران، ص ۲۸۳.

محمدورزی ر.، حبیبی د.، وزان س. و پازکی ع. (۱۳۸۹) "اثر باکتری های محرک رشد (PGPR) و کود نیتروکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان"، پنجمین همایش ایده های نو در کشاورزی، ص ۸۸، اصفهان.

مسکوکي ع. م.، مرتضوی ع. و مسکوکي، آ. (۱۳۸۶) "بررسی توام فراصوت و قلیا در کاهش زمان خشک کردن انگور و تولید کشمش"، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی، شماره ۳، دوره ۶: ص ۶۰.

مسکوکى ع. م. و مرتضوى ع. (۱۳۸۰)، "طرح جامع استراتژیک تولید، تبدیل و توزیع زرشک بی دانه"، وزارت صنایع، معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد.

مهر آفرین ع.، نقدی بادی ح.، پور هادی م.، هادوی ا.، قوامی ن. و کدخدا ز. (۱۳۹۰) "پاسخ فیتو شیمیایی و زراعی نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) به کاربرد کود های زیستی و کود اوره"، فصلنامه گیاهان دارویی، شماره ۲، دوره ۴: ص ۱۱۰. نظارت س. (۱۳۸۷)، پایان نامه ارشد زراعت: "ارزیابی تاثیر باکتری های محرک رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص های رشد ذرت"، شاهرود، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

Abbott L. K. and Murphy D. V. (2007) "Soil Biology Fertility: A key to sustainable land use in agriculture", Springer, pp 268.

Abbott J. A., Upchurch R. and Stochine R. L. (1997) "Technologies for nondestructive quality evaluation of fruits and vegetables" **J. Hort. Rev.**, 20:1-120.

Abdel Hadi N. I. M., Aboel Ala H. K. and Abdel Azim W. M. (2009) "Response Of Some Mentha Species To Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) Isolated From Soil Rhizosphere" **Australian J. Basic and Applied Sci.**, 3 (4): 4437 - 48.

Azizan Hassan E.A. and Hamad E. H. (2009) "The Chemical Constituent and Vegetative and Yielding Characteristics of Fennel Plants Treated with Organic and Biofertilizer Instead of Mineral Fertilizer" **Australian J. Basic and Applied Sci.**, 3 (2): 579 - 87.

Balemy T., Paldy N. and Sakena A. K. (2007) "Response of onion (*Allium cepa* L.) to combined application of biological and chemical nitrogenous fertilizers" **J. Acta Agriculturae Slovenica.**, 89: 107-114.

Bambara S. and Ndakidemi P. A. (2010) "*Phaseolus vulgaris* response to Azospirillum inoculation, lime and molybdenum in selected low pH soil in Western Cape" **J. of Agricultural Research.**, 3: 73-83.

Barton S. C. Bullock j. and Weir D. (1996) "The effects of ultrasound on the activities of some glycosidase enzymes of industrial importance" **J. Enzyme and Microb. Technol.**, 18:190-194.

Bonciarelli F. (1997), "**Caltivazioni erbacee da pieno campo**", Vol. 1, University Press, UK. 1, pp.340.

Breitbach M. D., Bathen T. and Schmidt F. (2002) "Desorption of a fixed bed adsorber by ultrasound" **J. Ultrasonic.**, 40:679 – 682.

Burd G. I. Dixon D.G. and Glick B.R. (2000) "Plant growth promoting bacteria that decrease heavy metal toxicity in plants" **Can.J.Microbiol.**, 46:237-245.

Callan N. W. and Mathre D. E. (2000). Biopriming Seed Treatment, pp191-196, "**Encyclopedia of Plant Pathology**", Wiley J. and Sons M. Academic press, New York.

Chabot R. and Antoun H. (1996) "Growth promotion of maize and lettuce by Phosphate" **J. of Agricultural Research.**, 2, 987-1009.

Chakmak R. I., Donmez F., Aydin A. and Stahin F. (2006) "Growth promotion of plants by plant growth promoting rhizobacteria under green house and two different field soil conditions" **Soil. Biol. Biochem.**, 38:1482-1487.

- Chen F., sun Y., Zhao G., Liao X., Hu X., Wu J. and Wang Z. (2006) "Optimization of ultrasound assisted extraction of anthocyanins in red raspberries and identification of anthocyanins in extract using HPLC–MS" **J. Ultrasonics Sonochemistry**, 14:767 – 778.
- Chisti Y. (2002) "Sonobioreactors: Using ultrasound for enhanced microbial productivity" **Trends in biotech.**, 21 (3): 89-93.
- Christensen, A.D.(1988), " **ultrasonic Bio instrumentation**", John wiley and sons.
- Clark R. L. and Shackelford P. S. (1975) "Methods for Testing the Dynamic Mechanical Response of Solid Foods", **Transactions of the ASAE**, 16 (6), 1140.
- Crisosto C. (1996) "Optimum procedures for ripening stone fruit", Management of Ripening Fruit (Univ. of California, Davis), **Postharvest Horticulture Series**, 9, 28-30.
- Czerner R. , Millner R. Roenfeld A. , Schellenberger S. and Schmidt P. (1987) "Theoretical and experimental studies on the influence of ultrasound on immobilized enzymes", **Biotechnol Bioengin**, 30: 928-935.
- Dalla A. K. and Santa A. (2004) "Efficacy of biofertilizers with nitrogen levels on growth, productivity and economics in wheat (*Triticum aestivum*)" **Indian J. of Agronomy**, 48(2): 107-1012.
- Dobbelaere S., Vanderleyden J. and Yaacov Okon Y. (2003) "Plant growth promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere" **Critical Rev. Plant Sci**, 22:107-149.
- El-Hawary M.J., EL-hawary I., Fatem A. EL-Ghamry M. and El-Naggar E. (2002) " Effect of application of biofertilizer on the yield and NPK uptake of some wheat genotypes as affected by the biological properties of soil" **Pak. J. Biol. Sci**, 5(11): 1181- 1185.
- Etesami H., Hossein A., Alikhani A. and Akbari A. (2009) "Evaluation of Plant Growth Hormones Production (IAA) Ability by Iranian Soils Azotobacter Strains and Effects of Superior Strains Application on Wheat Growth Indexes" **J. World Applied Sci.**, 6 ,11, pp 1576.
- Fabrikksan K.F. and Frankenberger W.T. (2008) "Influence of adenine, isopenyl alcohol and Azotobacter chroococcum on the vegetative growth of zea maiz" **J. Plant and Soil**, 135:218-229.
- FAO. (1986-2006) " Food and Agriculture Organization of the United Nations", Quarterly bulletin of statistics, Rome, Italy.
- FAO. (1992), "The use of saline waters for crop production" FAO Irrigation and Drainage Paper No. 48. 133 pp.
- Farhudi R. (2007) "The effect of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus*) seedlings grown under saline conditions", **Seed Sci & Technol**, 35: 754-759.
- Fitzgerald J. w., Ringo G.R. and winder c.w. (1961) " An ultrasonic method for measurement of solid – non fat in fluid milk" **J. Dairy sci**. 44:1165.
- Fitzgerald J. w. , Ringo G.R. , and winder c.w. (1961) " An ultrasonic method for measurement of solid – non fat in fluid milk", **J. Dairy sci**, 44:1165.
- Freitas A. D. S. and Stamford N.P. (2002) "Association nitrogen fixation and growth of maize in Brazilian rainforest Soil as affected by Azospirillum and organic material", Department of Agronomy, Annamalai University, Annamalainagar, 612-619.

Fujimoto E. K., Goeke N.M., Olson B.J. and Klenk D.C. (1985) "Measurement of protein using bicinchoninic acid", **J. Analytical Biochemistry**, 150, 70–76.

Gallagher E. J. (1984) "**Cereal production**", Butterworths, 345 pp.

Gallego J. A. L., Elvira S. and Rodriguez G. (2003) "A power ultrasonic technology for deliquoring. Ultrasonic", **J. Dairy sci**, 38: 255-259.

Graham P.H. and Ranalli R. (1997) "**Common bean (*Phaseolus vulgaris L.*)**", Field Crops.

Hedrick R. w., David G. L. and starchman E. (2005) "ultrasound physics and instrumentation", Elsevier mosby publication, condtions, **Soil. Biol. Biochem.** 38:1482-1487.

Horikawa Y., Iwabuchi K. and Ohtsuka H. (1996) "Establishment and yield of alfalfa (*Medicago sativa L.*) sward using lime-coated seeds", **Grassland Sci**, 42: 211-215.

Ishimori Y., Karube I. and Suzuki S. (1981) "Acceleration of immobilized alpha-chymotrypsin activity with ultrasonic irradiation", **J. Mol Catal**, 12:253-259.

Jambrak A. R., Mason T. J., Lelas V., Herceg Z., Herceg L. J. I. (2008) "Effect of ultrasound treatment on solubility and foaming properties of whey protein suspensions", **Journal of Food Engineering.**, 86 (2), 281–287.

Kasan M. M. and Elkhawas S. A. (2009) "Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, minerals, oil content, protein profiles and DNA banding pattern of rice yield" ,**Pakistan J. Bio. Sci.**, 6: 14. 1261-1270.

Khan M. S., Zaidi A., Wani P.A. and Oves M. (2008) "Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils", **J. Environ chem. Left.**, 6(2):77-90.

Kloepper J. W., Lifshitz R. and Novacky A. (1988) "Pseudomonas inoculation to benefit plant production", **J. Anim. Plant. Sci.**, 15(7):60-64.

Knorr D. (2004) "Applications and potential of ultrasonics in food processing", **Trends in Food Science & Technology.**, 15(5): 261-266.

Kordas L. (2002) " The effect of magnetic field on growth , development and the yield of spring wheat", **Poblish. J. Envir. Studi.**,11:527-530.

Lopez P., Sanchez A. C. Vercet A. and Burgos j. (1997) "Thermal resistance of tomato polygalacturonase and pectinmethylesterase at physiological Ph", *Zeitschrift fulebensmit eluntersuchungund –forschung*, 204: 146 150.

Mahfouz S. A. and Sharaf-Eldin M. A. (2007) " Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*)", **J. Int. Agrophysics.** 21: 361 - 6.

Mahmood A. and Athar M. (2008) "Cross inoculation studies: Response of *Vigna mungo* to inoculation with *Azospirillum* from tree legumes growing under arid Environment", **J. of. Int. J. Env. Sci. Tech.**, 5, pp 135.

Marcia V .B. F., Burity C. R. Matinez C. P. and Chanway j. (2008) "Allevation of salinity stress in the common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) by co-inoculation with *Azotobacter chroococcum* and *Rhizobium tropici* ", **Applied Soil Ecology.**, 40:182-188.

- Mizarach A., Galili N. and Rosenhouse G. (1989) "Determination of fruit and vegetable properties by ultrasonic" **J. excitation ASAE.**, 32(6) : 2053-2058.
- Mizarach A., Flitsanov U., Maltz E. and Matphy M. R. (1999) "Ultrasonic assessment of body condition changes of the dairy cow during lactation", **J. ASAE.** , 42(3): 805-812.
- Mizarach A., Maltz E. and Ignat T. (2004) "Detection fertilized egg by ultrasonic methods", CIGR International conference", Beijing , china, Book of Abstracts.
- Mizrach A., Galili N., Ganmor S., Flitsanov U. and Prigozin I. (1996) "Models of ultrasonic parameters to assess avocado properties and shelf life", **J. Agri. Engin. Rese.**, 65, 261–267.
- Omidi H., Naghdibadi H. A., Golzad A., Torabi H., Fotoukian M.H. (2009) "The Effect of Chemical and Bio-Fertilizer Source of Nitrogen on Qualitative and Quantitative Yield of Saffron (*Crocus sativus L.*)", **J. Of Medicinal Plant.**, 8(30):98-109.
- Poldlensy D., Pietruszewski S. and Poldensa A. (2005) "Influence of magnetic stimulation of seeds on the formation of morphological features and yielding of the pea" **Seed Sci.Technool.** ,29:76-90.
- Roses S., Rovera M. Andres J. and Correa N. (2002) "Effect of phosphorous solubilizing bacteria on rhizobia legume symbiosis", Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial phosphate solubilization. Salamance university. 16-19 July. Salamanca.Spain.
- Saglam S., Day S., Kaya G. and Gurbuz A. (2010) "Hydropriming Increases Germination of Lentil (*Lens culinaris Medik*) under Water Stress", **Not Sci Biol.**, 2 (2): 103-106.
- Sala F. j. and Borgos J. (1996) "Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes" , In: Gold GW(ed) , In New Methods of Food Perseveration An Aspen Publication, 176-202.
- Sandavam G. and chyung A. (1994) "Evaluating milk coagulation with ultrasonic", **J. food technol** ,21: 74-78
- Savadehihend S. and Wahab K. (2007) "Effect of integrated nutrient management on the growth, yield components and yield of Sesame. Department of Agronomy", Annamalai University. Annamalainagar, 604-607.
- Schmidt P., Rosenfeld E., Millner R. and Schellenberger A. (1987) "Effects of ultrasound on the catalytic activity of matrix-bound glucoamylase", **J. Ultrasonics Symposium Proceedings.**, 1:295-299.
- Shafiur Rahman M. (2000) "Light and sound in food preservation. Horticulture and food research" **J. Institute of New Zealand.**, 3: 669-685.
- Sharafi S., Gholipoor M., Ghassemi S. and Sharafi A. (2006) "Effect of magnetic field on seed germination of two wheat cultivars" **African J. publish.**, 5:98-110.
- Shimomura S. (1990) "The effects of ultrasonic irradiation on sprouting radish seed" **Ultrasonic Symposium Proceedings.**, 3:1665-1667.
- Shisanya C. A. (2002) "Improvement of drought adapted tepary bean *phaseolus acutifolius* yield through biological nitrogen fixation in semi-arid SE-Kenya" **European J. Agronom.**, 6: 13-24.

Smith P. K., Krohn R. I., Hermanson G.T., Mallia A. K., Gartner F. H. and Provenzano M. D. (1985) "Solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseol", **J. Plant and Soil.**, 184:311-321.

Swaefy Hend M. F., Sake Weaam R. A., Sabh A. Z. and Ragab A. A. (2007) "Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil", **Annals Agric, Sci. Ain Shams Univ, Cairo**, 52 (2): 451 - 63.

Taiz L. and Starks J. E. (1977), "Gibberellic acid enhancement of DNA turnover in barley aleurone cells" , **Plant Physiol.**, 60: 182-189.

Toldo K., Singh C. S., Roy V. K. and Rao N. (1988) "Azospirillum brasilense and Azotobacter chroococcum inoculum :effect on yield of sorghum" , **J. Soil Biology. Biochem.** , 14:412-419.

Vessey J. K, (2003) "Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer", **J. Plant Soil.**, 255: 271- 586.

Vikram A. (2007) "Efficacy of phosphate solubilizing bacteria isolated from vertisols on growth and yield parameters of sorghum Res" **J. Microbiol.**, 2(7):550-559.

Vilkhu K., Mawson R., Simons L. and Bates D. (2007) "Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry - A review" **Innov.Food Sci. Emerg Technol.**, 9: 161–169

Wani P. A., Khan M. S. and zaidi A. (2008) "chromium reducing and plant growth promoting Mesorhizobium improves chickpea growth in chromium amended soil" **J. Biotechnol Lett.**, 30:159-163.

Wei G., Kloepper J.W. and Tuzan S. (1996) "Induced systemic resistance to cucumber disease and increased plant growth by plant growth promoting rhizobacteria under field condition" **J. Phytopathol.**, 86:221-224.

Yaldagard M., Mortazavi S.A. and Tabatabaie T. (2008) "Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barely seed: optimization of method by the Taguchi approach" The Institute of Brewing & Distilling.

Yasar E. and Patwardhan M. (2007) "Effects of Azotobacter and Azospirillum Inoculants and Chemical Fertilizers on Growth and Productivity of Canola (*Brassica napus L.*)" **Asian J. Plant Sci.**, 6(1): 77-82.

Zahir A. Z., Arshad M. and Frankenberger W. F. (2004) "Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture" **Adv, Agron.**, 81:97-168.



Shahrood University

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

M.Sc. Thesis

**Effect of ultrasonic waves and Nitroxin biological fertilizer on growth and
yield (*Vigna sinensis*)**

Sheyda Ebadi Ghahremani

Supervisor:

Dr. M. Gholipoor

Advisor:

Dr. A. Gholami

H. Ariani Mohamadie

2013

