دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هفتم، ۱۳۹۸

جوانه‌زنی و سبز شدن لوبیا سبز و ذرت در خاک‌هایی با عمق و ویژگی‌های فیزیکی متفاوت

بهنام بهتری[۱]، عادل دباغ محمدی نسب[۲]، کاظم قاسمی گلعذانی[۲]، محمدرضا شکیبا[۲]

دریافت: ۹۵/۶/۱٤ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۱

چکیده

سبز شدن گیاهچه یکی از مهمترین رویدادهای فنولوژیکی است که موفقیت گیاهان زراعی یکساله را تحت تاثیر قرار می‌دهد. آزمایش-های مزرعه‌ای برای مطالعه ویژگی‌های جوانه‌زنی و سبز شدن لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris* Var. Sunray) و ذرت (*Zea mays* L. Var. Amyla) با چهار عمق کشت و در سه نوع خاک با ویژگی‌های فیزیکی متفاوت انجام گردید. هدف از انجام این آزمایش مطالعه اثرات فیزیکی خاک بر اکولوژی بذر و پویایی سبز شدن بود. آزمایش‌های مزرعه‌ایی در سه منطقه اهر، تبریز و اردبیل به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ انجام گرفت. آزمایش‌های اهر و اردبیل هر کدام شامل دو آزمایش مزرعه‌ای در عمق کشت ۵ سانتی‌متر و آزمایش‌های گلدانی مستقلی با تیمار عمق کشت ۲، ٤، ٦ و ۸ سانتی متر با با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در همان محل انجام گرفت. نتایج نشان داد که بازدارندگی جوانه‌زنی در نتیجه عمق کشت نسبت مستقیم با مقدار رس و نسبت معکوس با مقدار شن خاک داشت. مقدار عمق بازدارنده ۵۰ درصد سبز شدن ($Di_{50\%}$) در خاک رسی برای هر دو گونه لوبیا سبز و ذرت مشابه و برابر ۵/۳ سانتی‌متر بود. در صورتی که برای خاک سیلتی به ترتیب برای لوبیا سبز و ذرت ۵/٤ و ۲/۷ سانتی‌متر بود. معنی‌داری رگرسیون خطی بین مقدار رس خاک و $Di_{50\%}$ نشان داد که این بخش از خاک دارای اثر مخالف با مطلوبیت یا بازدارندگی برای میانه عمق کشت بذر دارد، بنابراین با افزایش مقدار رس خاک، مقدار بازدارندگی افزایش یافت. داده‌ها نشان داد که میزان اکسیژن خاک موجود در محیط اطراف بذر نمی‌تواند عامل مهمی برای اختلاف جوانه‌زنی باشد و اثر آن معنی‌دار نبود. با افزایش میانگین هندسی قطر ذرات خاک مقدار بازدارندگی نیز کاهش یافت. ویژگی‌های فیزیکی خاک دارای اثرات زیادی روی اکولوژی بذرهای مدفون شده در خاک و نتیجتاً جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها دارد.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، خاک رسی، عمق بازدارنده ۵۰ درصد سبز شدن، میانگین هندسی قطر ذرات خاک

بهتری، ب.، ع. دباغ محمدی نسب، ک. قاسمی گلدانی و م.ر. شکیبا. ۱۳۹۸. جوانه‌زنی و سبز شدن لوبیا سبز و ذرت در خاک‌هایی با عمق و ویژگی-های فیزیکی متفاوت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ٤۹-۳۸.

۱- دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران – مسئول مکاتبات. behtari@live.com

۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

مقدمه

استفاده از مدل‌های پیش‌بینی سبز گیاهان زراعی اغلب با فرض استاندارد بودن عمق کشت انجام می‌شود. در صورتی که عمق کشت در بین و درون گیاهان زراعی متفاوت است (کیربی، ۱۹۹۳). سبز شدن گیاهچه یکی از مهمترین رویدادهای فنولوژیکی است که موفقیت گیاهان زراعی یکساله را تحت تاثیر قرار می‌دهد (فورسلا و همکاران، ۲۰۰۰). مدت زمان لازم برای سبز شدن نیز نقش مهمی در بقاء و ایجاد شرایط مناسب جهت رقابت با گیاهان دیگر دارد (بوش و وونآوکن، ۱۹۹۱). تاخیر در سبز شدن گیاهچه می‌تواند اثرات زیادی در مقدار ماده خشک کل و تولید، به‌ویژه تحت شرایط رقابت داشته باشد (بهتری و همکاران، ۲۰۰۹).

در حال حاضر عقیده کلی بر این استوار است که کاوش در مورد واکنش جوانه‌زنی بذر به عوامل اقلیمی (فورسلا و همکاران، ۱۹۹۲)، اکولوژیکی (بنونوتی و ماکچیا، ۱۹۹۷) و زراعی (فرودویلیامز و همکاران، ۱۹۸٤) برای کنترل مستقیم و غیرمستقیم این فرآیند ضروری است. تاکنون مطالعه‌های زیادی بر روی ارتباط بین جوانه‌زنی بذرها و ویژگی‌های فیزیکی متفاوت خاک مثل نفوذ نور (بنونتی، ۱۹۹۵)، رطوبت (فورسلا، ۱۹۹۳) و دما (سلطانی و همکاران، ۲۰۰٦)، همچنین برهمکنش آنها در القای خواب بذر علف‌های هرز انجام شده است (باسکین و باسکین، ۱۹۸۵). علاوه بر این مطالعه‌های زیادی ارتباط بین عملیات زراعی و جوانه‌زنی بذرها و پویایی سبز شدن علف هرز را بصورت تابعی از عمق کشت در خاک (کوآسنس و موس، ۱۹۹۰) و توانایی بذرها برای سبز شدن با افزایش عمق کشت مورد آزمون قرار داده‌اند (کوسانس و همکاران، ۱۹۹٦).

در مطالعه‌ای توانایی سبز شدن بذرها با افزایش عمق کشت با یک دورنمای اکولوژیک، برای شناسایی علل جلوگیری از جوانه‌زنی بذرها در عمق‌های مختلف خاک مورد بررسی قرار گرفت (گروندی و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج به دست آمده نشان داد که در مورد بذرهای علف هرز تحریک نوری و در مورد گیاهان زراعی مقاومت مکانیکی خاک علت اصلی می‌باشد (بنونوتی و ماکچین، ۱۹۹۸ و ۱۹۹۵). چنین عواملی وابسته به تخلل خاک دارد که آن نیز به نوبه خود به بافت خاک مربوط می‌شود (رادفورد و گرینوود، ۱۹۷۰). با این بیان معلوم می‌شود که امکان پیش‌بینی تاثیر گازها، به ویژه اکسیژن در خاک وجود دارد (مولدراپ و همکاران، ۲۰۰۰). هرچند، امکان تعیین اثر بافت خاک معیین در محدود کردن انتقال اکسیژن (رفسگارد و همکاران، ۱۹۹۱) و مقدار موثر آن بر تنفس میکروبیولوژیکی خاک (سیرا و رینالت، ۱۹۹٦) وجود دارد، این پدیده هرگز در رابطه با جوانه‌زنی بالقوه بذرهای گیاهان زراعی مورد بررسی قرار نگرفته است.

تغییرات عمودی در اقلیم خرد خاک، از جمله قابلیت دسترسی به آب، دما، اکسیژن و نور، در زمان کشت بذر در مزرعه اتفاق می‌افتد (فنر، ۱۹۸۵)، به نحوی که عمق کشت به یکی از مهمترین فاکتورهای موثر در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌های گیاهان در افق خاک تبدیل می‌شود (گروندی و همکاران، ۱۹۹۹). با افزایش عمق کشت حضور مواد سمی و گازهای بازدارنده جوانه‌زنی در خاک افزایش می‌یابند، بنابراین جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (بنونوتی و ماکچیا، ۱۹۹۵).

هدف از این مطالعه ارزیابی این موضوع بود که آیا ویژگی-های بافت خاک، پارامترهای موثر در شبیه‌سازی جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان زراعی هستند یا خیر. دو گیاه زراعی شاخص یعنی لوبیاسبز و ذرت به عنوان نماینده گیاهان دو و تک لپه‌ی با دو شکل جوانه‌زنی اپی و هیپوجیئال انتخاب شدند تا تاثیر ویژگی-های فیزیکی خاک بیشتر خود را در اختلاف جوانه‌زنی این دو گیاه نشان دهد.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مزرعه‌ایی در سه منطقه اهر، مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی اهر(٢٧́ °٣٨ شمالی و ٣́ °٤٧ شرقی) ، تبریز، مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تبریز واقع در باسمنج (١́ °٣٨ شمالی و ٢٥́ °٤٦ شرقی) هر دو با اقلیم نیمه خشک و اردبیل، مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در روستای کرکرق (١٩́ °٣٨ شمالی و ٢٠́ °٤٨ شرقی) با اقلیم نیمه خشک-گرم به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤ انجام گرفت. آزمایش اهر شامل دو آزمایش مزرعه‌ای در عمق کشت ۵ سانتی‌متر در ۸ تکرار و آزمایش‌های گلدانی مستقلی با تیمار عمق‌های کشت ۲، ٤، ٦ و ۸ سانتی‌متر با ٤ تکرار در همان محل انجام گرفت. آزمایش تبریز شامل کشت در عمق ۵ سانتی‌متری با ٦٤ تکرار و آزمایش اردبیل شامل دو آزمایش مزرعه‌ایی مستقل با عمق کشت ۵ سانتی متری در ۱۰ تکرار و آزمایش گلدانی در همان مزرعه با عمق‌های کشت ۲، ٤، ٦ و ۸ سانتی متر با ۳ تکرار در همان مزرعه بود. کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. در سال قبل آزمایش، مزرعه اهر بصورت نکاشت، تبریز زیر کشت گندم و اردبیل زیر کشت ذرت قرار داشت. رقم‌های بکار رفته در آزمایش‌ها، رقم سانری برای لوبیا

سبز در اهر، تبریز و اردبیل و رقم مریت[1] و آمیلا[2] برای ذرت به ترتیب در اهر و تبریز بودند. برای تمامی ارقام بذور اصلاح شده نسل F_1 با قوه نامیه ۹۹٪ و درجه خلوص ۱۰۰٪ مورد استفاده قرار گرفتند. بذور از فروشگاه معتبری در بازار تبریز در کیسه های استاندارد و گواهی شده خریداری گردید. برای یکنواختی عمق کشت در مزرعه از شاخص چوبی به شکل بعلاوه برای تعیین دقیق عمق کشت استفاده شد. خاک مورد نیاز در آزمایش-های گلدانی از ۱۰ سانتی‌متری بالای سطح مزرعه جمع‌آوری گردید. ٤ تیمار عمق کشت (۲، ٤، ٦ و ۸ سانتی متری) در گلدان‌ها توزیع گردید. گلدان‌ها (با قطر ۲۵ و ارتفاع ۱۲ سانتی-متر) در ابتدا به اندازه ٤، ٦، ۸ و ۱۰سانتی متر به ترتیب برای تیمارهای ۸، ٦، ٤ و ۲ سانتی متر از خاک مزرعه پر شده و سپس ۲۵ بذر از لوبیا سبز و ذرت در هر گلدان بصورت مرتب و با دست روی خاک گلدان چیده شد. سپس تمامی گلدان‌ها تا ارتفاع ۱۲ سانتی‌متری پر گردیدند. بدین ترتیب عمق کشت ۲ تا ۸ سانتی‌متر اعمال شدند. سپس گلدان‌ها در طرح مورد نظر در خاک مزرعه با عمق ۱۲ سانتی‌متری قرار گرفتند تا تاثیر احتمالی از اطراف گلدان‌ها حذف شود. چند روز پیش از کشت هم مقدار آب مورد نیاز با روش توزین گلدان‌ها در ظرفیت زراعی و اندازه‌گیری مقدار آب مورد نیاز تا رسیدن به نقطه ظرفیت زراعی تعیین شد. گلدان‌ها بصورت مرتب با مقدار آب تعیین شده، آبیاری گردیدند، به نحوی که خاک همیشه در حالت ظرفیت زراعی قرار داشت. هر روز تعداد گیاهچه‌های سبز شده مورد شمارش قرار می‌گرفتند تا وقتی که سبز جدیدی مشاهده نشد. در پایان آزمایش خاک گلدان‌ها مورد بازرسی قرار گرفت تا تعداد مرگ و میر بذرها بدست آید. تعداد سبز گیاهچه‌ها بصورت روزانه شمارش و درصد سبز شدن از تقسیم تعداد گیاهچه‌ها بر تعداد بذرهای کشت شده ضرب در ۱۰۰ بدست آمد. برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک در آزمایش‌ها در جدول ۱ آمده است.

مدل درصد سبزشدن با عمق کشت از رابطه زیر پیروی کرد:

(۱)

$$E = e^{a+b(depth)+c(depth^2)}$$

برای بررسی اثر نوع خاک بر روی سبزشدن و مقاومتی که در برابر خروج گیاهچه از خود نشان می‌دهد، در هر عمق کشت درصد بازدارندگی (Di) برای هر نوع خاک بصورت تابعی از سطحی‌ترین عمق کشت (۲ سانتی متر) محاسبه شد. داده‌های بازدارندگی با استفاده از روابط زیر به ترتیب برای لوبیا سبز و ذرت برازش گردید تا واکنش زیستی آن‌ها مورد مطالعه قرار گیرد:

(۲)

$$Di_{Bean} = e^{a+b(depth)+c(depth^2)}$$

(۳)

$$Di_{Maize} = a + \frac{b}{depth} + \frac{c}{depth^2}$$

مقدار حاصل برای محور x با زمانی که ۵۰٪ بازدارندگی سبزشدن در روابط بکار رود، نشان دهنده بازدارندگی عمق خاک نسبی برای هر نوع خاک است (ویبز و بینینگ، ۱۹۸۷). $Di_{50\%}$ و ویژگی‌های فیزیکی خاک، بویژه مقدار رس توسط رابطه رگرسیون خطی برای داده‌های مزرعه‌ایی مورد برازش قرار گرفت.

یک پارامتری که از ویژگی‌های مهم خاک محسوب می-شود، میانگین هندسی قطر ذرات خاک است که محاسبه آن در بخش پتانسیل ماتریک مدل *MSECA* (بهتری، ۱۳۹۵) آمده است. این پارامتر به عنوان شناسه هر خاک برای برازش با مقدار عمق بازدارنده ۵۰٪ سبز شدن مورد استفاده قرار گرفت، تا ارتباط بین اجزای خاک و بازدارندگی خاک در برابر سبزشدن آشکار گردد. برازش آن با عمق بازدارنده ۵۰٪ سبز شدن رابطه خطی داشت:

(٤)

$$Di_{50\%} = a + b(d_g)$$

که در $Di_{50\%}$ عمق بازدارنده ۵۰٪ سبز شدن بر حسب سانتی متر و dg میانگین هندسی قطر ذرات خاک بر حسب میلی‌متر بود. در این آزمایش، داده‌های جوانه‌زنی و مقدار اکسیژن خاک نیز با استفاده از مدل *MSECA* (بهتری، ۱۳۹۵) بدست آمد.

تجزیه واریانس و برازش منحنی‌ها با الگوریتم برنامه درجه دوم متوالی[3] با استفاده از نرم افزار *SPSS* و با در نظر گرفتن روش بوت‌استراپ[4]، یکی از روش‌های نمونه برداری مجدد[5] برای کاهش اشتباه استاندارد و افزایش تعداد نمونه، انجام شد (دالپوسو و همکاران، ۲۰۱٦).

1 -Merit
2 - Amyla

3 -Sequential quadratic programming
4 -Bootstrap
5 -Resampling

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی خاک در سه منطقه اهر تبریز و اردبیل

محل آزمایش	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	ماده آلی خاک (٪)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	چگالی حقیقی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	تخلخل
اهر	۳٤	۳٤	۳۲	۱	۱/٤	۲/٦٥	۰/٤۷
تبریز	٤۸/٦	۱۷/٤	۳٤	۰/٤	۱/۲	۲/٤٥	۰/٥۱
اردبیل	٤۱/۲	٥۲	٦/۸	۰/٦۸	۱/٤	۲/٥	۰/٤٤

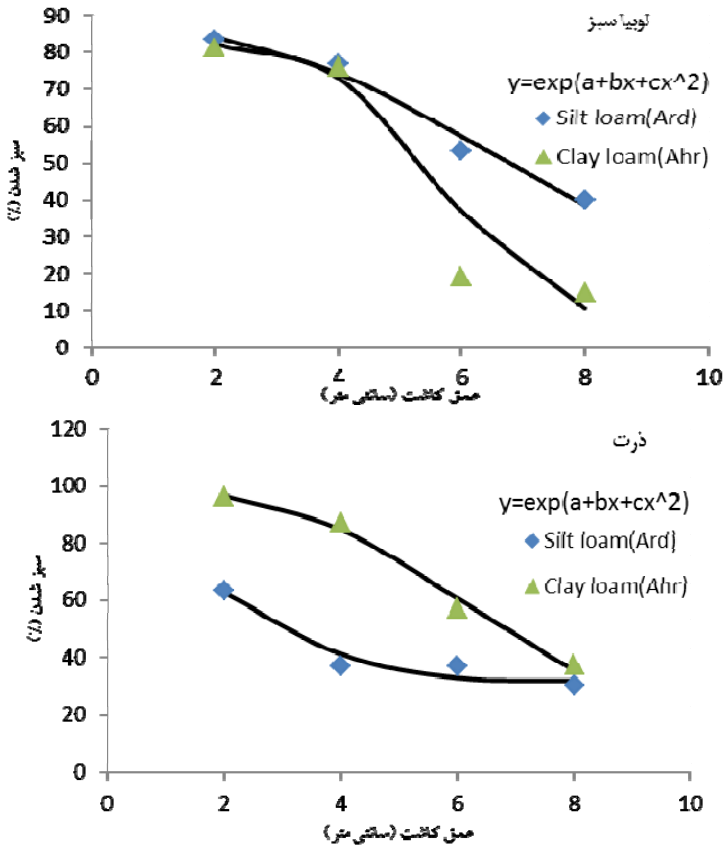
نتایج و بحث

سبز شدن لوبیا سبز و ذرت بصورت تابعی از افزایش عمق کشت و نوع خاک نشان داده شد (شکل ۱ و جدول ۲). خاک لومی رسی نسبت به خاک لومی سیلتی که دارای مقدار رس کمتری است، انرژی بیشتری از گیاهچه می‌گیرد و در عمق‌های بالای ٤ سانتی‌متر این افت برای خاک رسی بیشتر از سیلتی است. سبز شدن در خاک سیلتی کمتر تحت تاثیر قرار گرفته است، به نحوی که در هر دو گیاه سبز شدن در بیشترین عمق، یعنی ۸ سانتی‌متر، ٤۷ درصد سبز شدن در سطحی‌ترین عمق ۲ سانتی‌متر بود. در صورتی که در خاک رسی این مقدار برای لوبیا سبز ۱۲/۸ درصد و برای ذرت ۳۸/٥ درصد بود. کاهش مقدار سبز شدن به دلیل شکست در جوانه‌زنی به دلیل تحلیل انرژی لازم برای رشد پیش- سبز شدن است، که اصطلاحا به آن خودکشی جوانه‌زنی می‌گویند. این پدیده در مورد علف‌های هرز به اثبات رسیده است (بنونوتی و ماچیا، ۱۹۹۸).

در مقایسه دو گیاه، به نظر می‌رسد که گیاه ذرت به خاطر شکل جوانه‌زنی هیپوجیئال، دارای قدرت بالایی بر فایق آمدن بر مقاومت خاک است، به نحوی که درصد سبز شدن در بیشترین عمق در دو خاک رسی و سیلتی به ترتیب برابر ۳۸/٥ و ٤۸ درصد سبز در سطحی‌ترین عمق بود. در صورتی که برای لوبیا سبز این مقادیر به ترتیب ۱۲/۸ و ٤۷/٤ درصد بودند. بطور کلی بذرهای جوانه زده در عمق‌های زیاد خاک مجبور به تحمل مرحله هتروتروفیک بیشتری در طول رشد پیش- سبز شدن هستند که توسط انرژی موجود در بذر محدود می‌شود (بهتری و همکاران، ۱۳۸۹؛ گروندی و همکاران، ۱۹۹٦). این شرایط با رسم بازدارندگی جوانه‌زنی در عمق‌های کشت قابل مقایسه است (شکل ۲)، به نحوی که معنی‌داری خط رگرسیونی در خاک‌ها آن را به اثبات رساند.

جدول ۲- تخمین پارامترهای مدل سبز شدن گونه‌های زراعی لوبیا سبز و ذرت (مدل ۱) در دو نوع خاک متفاوت

نوع خاک	گونه زراعی	a±SE	b±SE	c±SE	R^2
خاک لوم رسی (اهر)	لوبیا سبز	۰/۸۸± ۳/۹٦	۰/٤۹±۰/۳۷۰	۰/۰٦±-۰/۰۷۰	۰/۹۱
	ذرت	۰/۱٦±٤/٤۹	۰/۰۸۳±۰/۰۸۷	۰/۰۰۹±-۰/۰۲٦	۰/۹۹
خاک لوم سیلتی (اردبیل)	لوبیا سبز	۰/۱۹±٤/٤۲	۰/۰۹٥±۰/۰۳۹	۰/۰۱±-۰/۰۱۷	۰/۹۸
	ذرت	۰/۳٦±٤/۷٥	۰/۱۹±-۰/۳٦۰	۰/۰۲±۰/۰۲٤	۰/۹٤

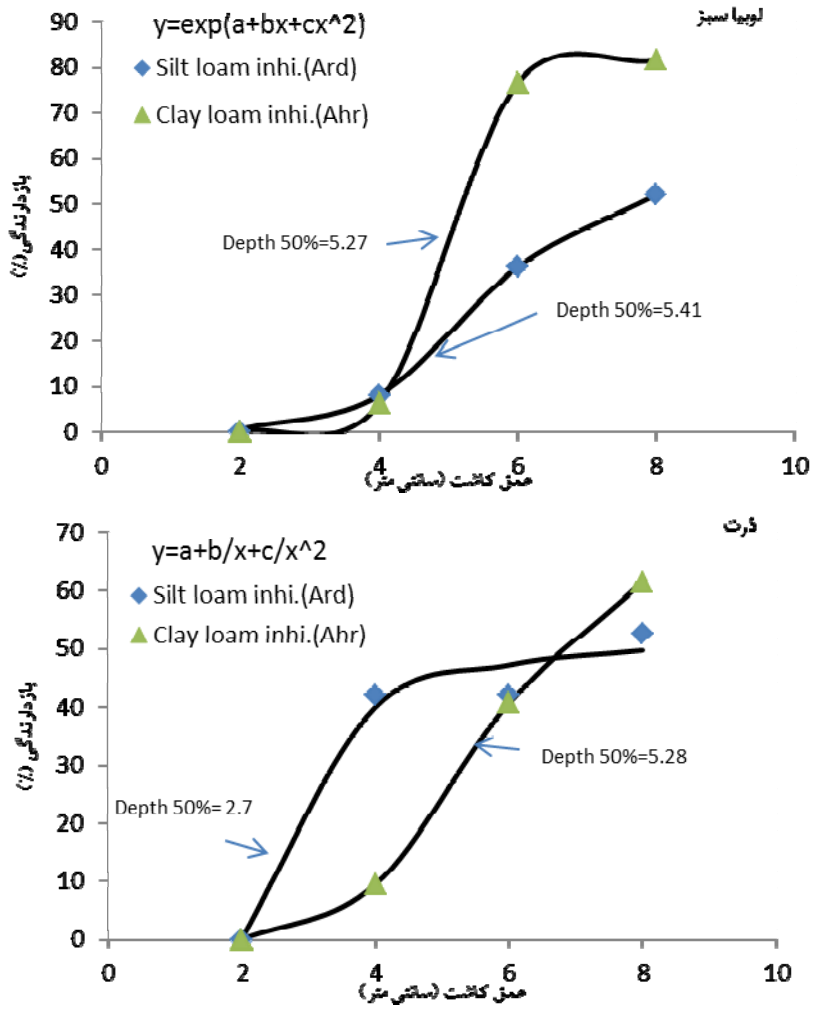


شکل ۱- تاثیر افزایش عمق‌های کشت روی سبزشدن لوبیا سبز و ذرت با خط رگرسیونی معنی‌دار در سطح $P<0.01$

جدول ۳- تخمین پارامترهای مدل بازدارندگی خاک بر سبز شدن گونه‌های زراعی لوبیا سبز و ذرت (مدل ۲و۳) در دو نوع خاک متفاوت

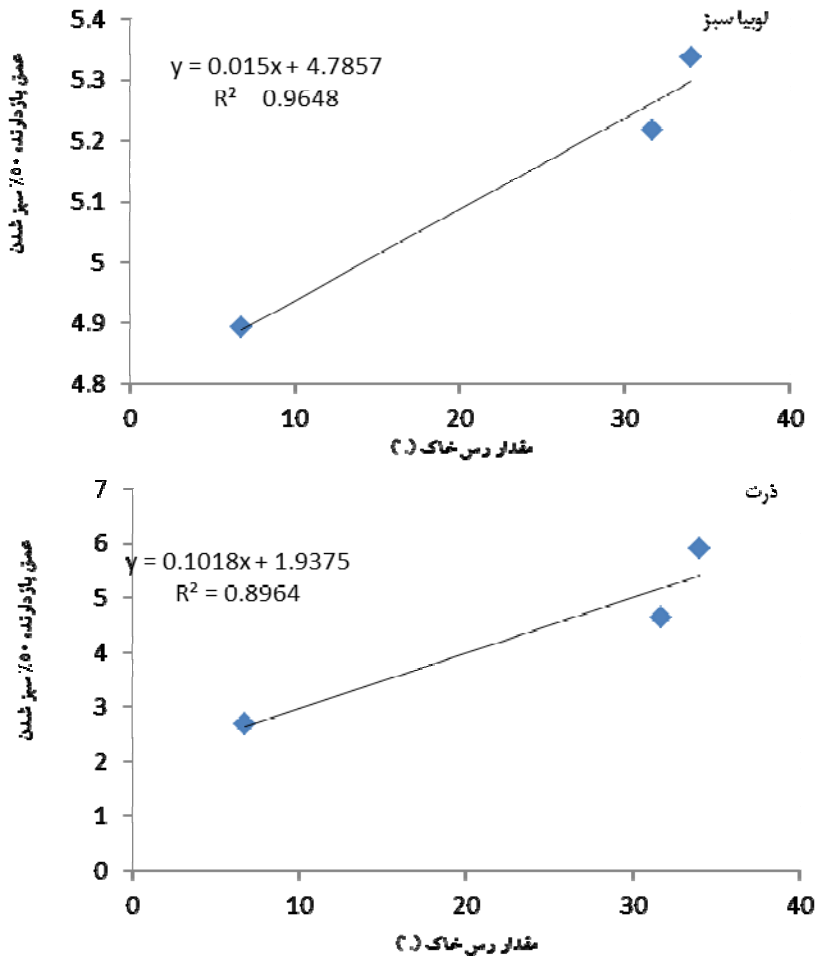
نوع خاک	گونه زراعی	a±SE	b±SE	c±SE	R^2
خاک لوم رسی (اهر)	لوبیا سبز	۰/۰٤±-۱۰/۵۸	۰/۰۱±٤/۳۳	۰/۰۰۱±-۰/۳۱	۰/۹۹
	ذرت	۰/۱±۱٤۵/۲	۰/۸±-۷۹۵/۸	۱/۲±۱۰۱۱/۱	۰/۹۹
خاک لوم سیلتی (اردبیل)	لوبیا سبز	۰/٤۵±-٤/۳٤	۰/۱۳±۲/۱۷	۰/۰۰۹±-۰/۱٤	۰/۹۹
	ذرت	۲۰/۷±۵۲/۷	۱٦۲/۳±۲/۲	۲٤۹/۷±-۲۱٤/٦	۰/۹۸

مقدار $Di_{50\%}$ در خاک رسی برای هر دو گیاه لوبیا سبز و ذرت مشابه (۵/۳ سانتی‌متر) بود. در صورتی که برای خاک سیلتی به ترتیب برای لوبیا سبز و ذرت ۵/٤ و ۲/۷ سانتی متر بود. معنی‌داری رگرسیون خطی بین مقدار رس خاک و $Di_{50\%}$ نشان داد که این بخش از خاک دارای اثر مخالف با مطلوبیت یا بازدرندگی برای میانه عمق کشت بذر است و با افزایش مقدار رس خاک، مقدار بازدارندگی افزایش می یابد (شکل ۳). این تاثیر برای مقادیر شن خاک‌ها معنی‌دار نبود.

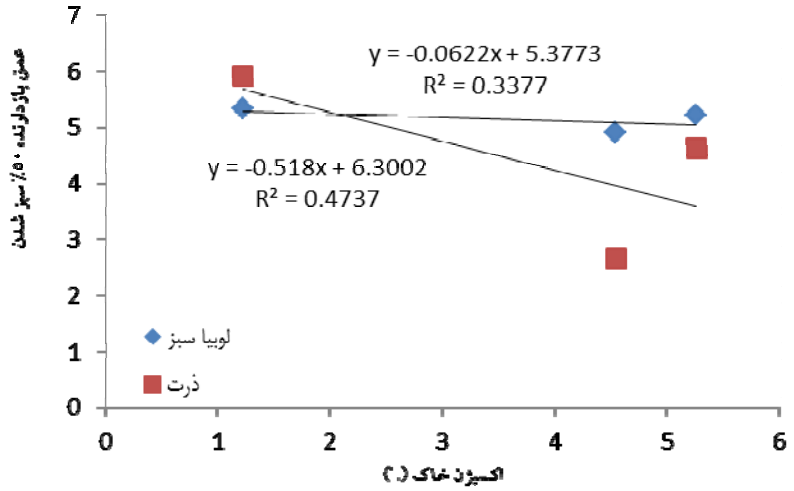


شکل ۲- بازدارندگی عمق خاک برای گیاه لوبیاسبز و ذرت در دو نوع خاک متفاوت

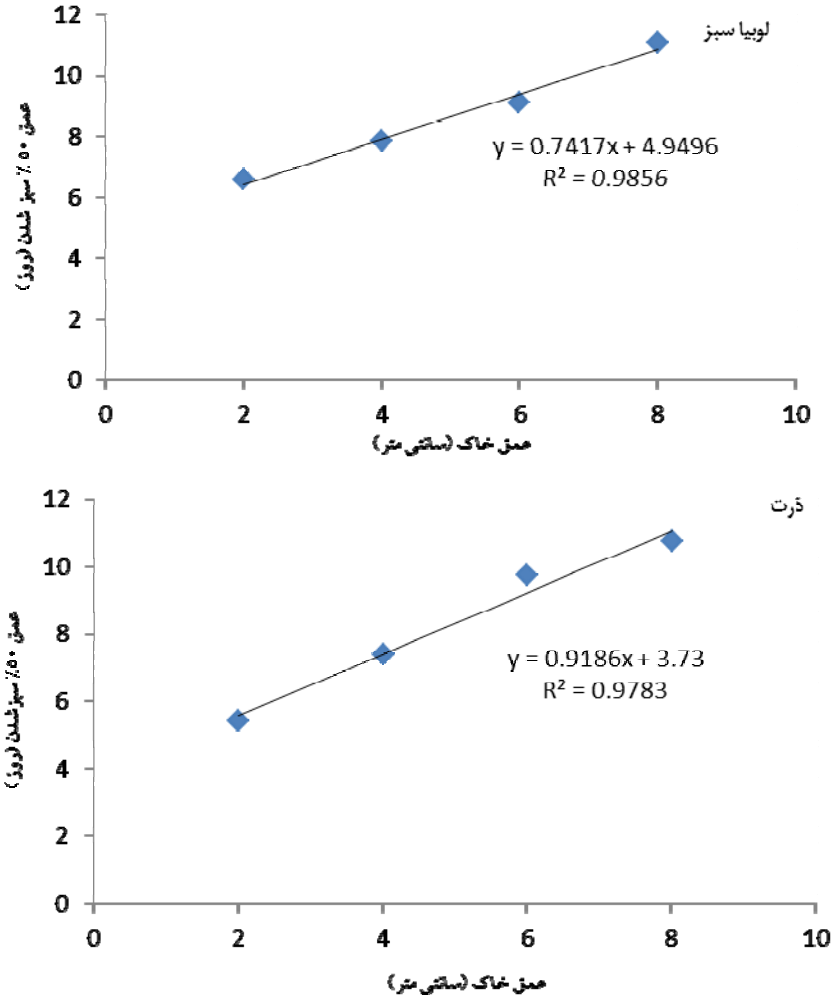
جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن بذرهای گیاهان زراعی تابعی از نه تنها اقلیم و ویژگی‌های زیستی گونه‌های گوناگون است، بلکه به ترکیب دانه‌بندی خاک نیز مربوط است. با افزایش رس بازدارندگی برای سبز شدن گیاهچه افزایش یافت. بنونوتی و ماچیا (۱۹۹۵) ارتباط بین پوشش گیاهی فعال را در ارتباط نسبی از بافت خاک به اثبات رساندند. خاک‌های شنی برای ذخیره بانک بذر برای طولانی مدت مناسب نیستند ولی برای زراعت نوعی مطلوبیت محسوب می‌شود. بر خلاف آن در خاک‌هایی با ماتریک رسی قوی دارای مقدار سبز پایین با تمایل برای ذخیره بذرهای علف هرز برای طولانی مدت است که برخلاف اصول مدیریت زراعی است (بنونوتی و ماچیا، ۱۹۹۵). هرچند، علت فیزیولوژیکی این درجه تفاوت از بازدارندگی جوانه‌زنی در بذرهای کاملاً به زیر خاک رفته روشن نشده است، داده‌های این آزمایش نشان داد که مقدار اکسیژن خاک موجود در محیط اطراف بذر نمی‌تواند عامل مهمی برای این تفاوت باشد، و اثر آن معنی‌دار نبود (شکل ٤).



شکل۳- ارتباط رگرسیونی مقدار رس خاک با بازدارندگی سبز شدن ۵۰٪ عمق



شکل ٤- ارتباط بین درصد اکسیژن خاک و مقدار بازدارندگی ۵۰٪ سبز شدن عمق خاک



شکل ۵- رابطه بین عمق‌های گوناگون کشت با سبز شدن ۵۰٪ بذرها

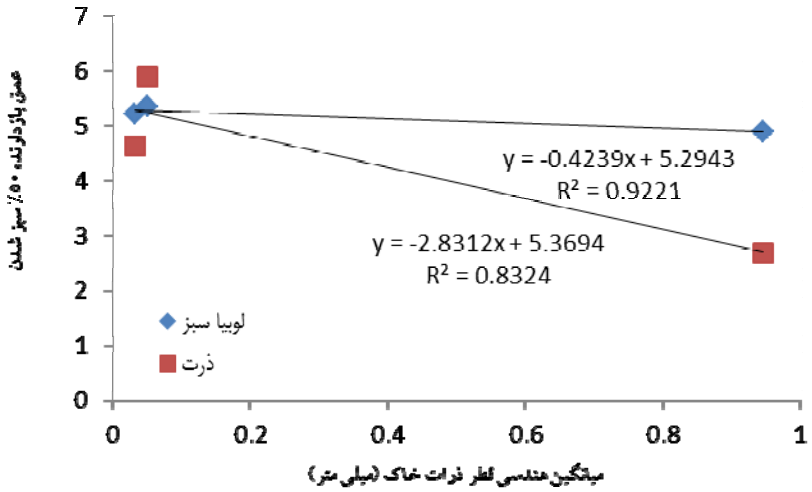
در ارتباط با تبادلات گازی در خاک، نکته اساسی این است که جوانه‌زنی بذر، متابولیت‌های سمی فرار را در اثر شروع متابولیسم تخمیر تولید می‌کند (استیل آلدئید، متانول، و استون) (هولم، ۱۹۷۲). همانطوری که تخمیر بر پایه درجه کمبود اکسیژن[1] استوار است، بطور غیر قابل اجتناب توسط تبادلات اکسیژن خاک محدود می‌شود (بنونوتی و ماچیا، ۱۹۹۵). این بدان معنی است که بازدارندگی جوانه‌زنی به صورت مستقیم مربوط به وجود پیشین کمبود اکسیژن در خاک نیست، بلکه به شرایط کمی اکسیژنی است که در اثر تحریک بذر به جوانه‌زنی و افزایش مقدار تنفس بذر بوجود می‌آید. بنابراین، در طول این فاز، محدودیت خاک در تجدید اکسیژن، کمبود اکسیژن موجود توسط القاء نفوذپذیری نسبی پوسته بذر به گازها را تشدید می‌کند (گوترمن و همکاران، ۱۹۹۲). در این راستا، پوسته بذر (بوتا و همکاران، ۱۹۹۲) متابولیسم تخمیر طبیعی بذر در طول مراحل ابتدایی جوانه‌زنی را (باعث تولید اتانول می‌شود) حتی در شرایط طبیعی اکسیژن، بوسیله کمبود اکسیژن درونی القا می‌کند. حذف متابولیت‌های تخمیر نشان داده است که نقش اصلی در تسریع یا بازدارندگی جوانه‌زنی دارد (نورتون، ۱۹۸۶). افزایش سمیت اتمسفر خاک در شرایط کمبود اکسیژن با تحریک متابولیسم تخمیر، توسط آزمایش‌هایی که روی ذرتی که در معرض غرقابی قرار گرفت، به اثبات رسیده است (مارتین و همکاران، ۱۹۹۱). در این مورد همچنین، تحمل به کمبود اکسیژن با حذف متابولیت‌های سمی افزایش یافت. کاملا واضح است که سطوح اکسیژن خاک نمی‌تواند بازدارنده جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه باشد، مگر در شرایط کمبود اکسیژن کامل (بنونوتی و ماچیا، ۱۹۹۵).

1 - Hypoxia

از سوی دیگر، در خاک افزایش ناگهانی در مصرف اکسیژن توسط جوانه‌زنی بذرها به همراه محدودیت در تبادلات گازی، محیط با کمبود اکسیژن در اطراف بذر تولید می‌کند (بنونوتی و ماچیا، ۱۹۹۵). بنابراین، شکل ۵ نشان می‌دهد که زمان لازم برای سبز شدن گیاهچه‌ها بصورت تابعی از عمق کشت افزایش می یابد.

موافق با این تفسیر افزایش زمان مورد نیاز برای سبز شدن ۵۰ درصد گیاهچه‌ها دارای رگرسیون خطی معنی‌دار بود. درجه کمبود اکسیژن موقت در طول جوانه‌زنی افزایش سبز شدن ۵۰ درصد گیاهچه‌ها را القا می‌کند. در این مورد آزمایش مشابه انجام شده بر روی فلفل شیرین(*Capsicum annuum*) که توسط ساچس و همکاران (۱۹۸۱) انجام گرفت موید این مطلب است.

مقدار بازدارندگی از سبز شدن گیاهچه‌های لوبیا سبز و ذرت با میانگین قطر هندسی ذرات خاک نشان داده شده است (شکل ٦). میانگین هندسی قطر ذرات بازتاب کننده تاثیر خاکورزی و توزیع ذرات خاک است. با افزایش میانگین هندسی قطر ذرات خاک در سه منطقه مورد آزمایش مقدار بازدارندگی نیز کاهش یافته است. اشنایدر و گوپتا (۱۹۸۵) حداکثر سرعت سبز شدن ذرت را در میانگین هندسی قطر ذرات بین ۱ و ٦/٨ میلی‌متر اندازه‌گیری کردند. پولاک و مانالو (۱۹٦۹) گزارش کردند که وزن‌تر گیاهچه‌های لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) وقتی در شن ریز رشد داده شدند، ٢٤ درصد بیشتر بودند. لارسن (۱۹٦٤) برای تعریف پارامترهای ارزیابی سامانه‌های گوناگون خاکورزی در زراعت ذرت پیشنهاد کرد که مناسبترین اندازه ذرات خاک برای حصول بهترین عملکرد ۵ میلی‌متر است. در تشخیص توزیع اندازه ذرات در بستر کشت گیاهان ردیفی، آلماراس و همکاران (۱۹٦۵) دریافتند که تیمارهای گوناگون خاک‌ورزی، میانگین هندسی قطر ذرات متفاوتی را حاصل کردند.



شکل ٦- تاثیر میانگین هندسی قطر ذرات خاک بر بازدرندگی سبز شدن لوبیا سبز و ذرت

نتیجه‌گیری

بطور کلی نشان داده شد که خاک لومی رسی نسبت به خاک لومی سیلتی که دارای مقدار رس کمتری است، انرژی بیشتری از گیاهچه می‌گیرد و در عمق‌های بالای ٤ سانتی‌متر این افت برای خاک رسی بیشتر از سیلتی بود. گیاه ذرت به خاطر شکل جوانه‌زنی هیپوجیئال، دارای قدرت بالایی بر فایق آمدن بر مقاومت خاک است. بذرهای جوانه زده در عمق‌های زیاد خاک مجبور به تحمل مرحله هتروتروفیک در طول رشد پیش- سبز شدن هستند که توسط انرژی موجود در بذر محدود می‌شود. با افزایش مقدار رس خاک، مقدار بازدارندگی افزایش یافت در صورتی که این تاثیر برای مقادیر شن خاک‌ها معنی‌دار نبود. با افزایش رس بازدارندگی برای سبز شدن گیاهچه ها نیز افزایش یافت. نتایج نشان داد که مقدار اکسیژن خاک موجود در محیط اطراف بذر نمی‌تواند عامل مهمی برای جوانه زنی و سبز شدن باشد، و اثر آن معنی‌دار نبود. میانگین هندسی قطر ذرات بازتاب کننده تاثیر خاکورزی و توزیع ذرات خاک است و با افزایش میانگین هندسی قطر ذرات خاک مقدار بازدارندگی نیز کاهش یافت. بنابراین، روش‌های خاک‌ورزی برای آماده‌سازی بستر بذر نقش مهمی در جوانه‌زنی بذرهای گیاهان زراعی بازی می‌کند. مطالعه‌های آینده روی عوامل دیگر اکوفیزیولوژیک موثر در

جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌ها و تاثیر هم‌افزایی این عوامل، امید ساخت مدل‌هایی با دقت فراوان را برای پیش بینی جوانه-زنی و سبز شدن گیاهچه‌های زراعی و علف هرز فراهم خواهد کرد.

منابع

بهتری ب، نعمتی، ذ، حسن پور، ح و رضاپور فرد ج، ۱۳۸۹ . مدلینگ سبز و رشد نهالبذرهای لوبیا سبز، آفتابگردان و ذرت با استفاده از برخی مدل های غیر خطی. مجله دانش کشاورزی پایدار. جلد ۲۰، (۲)، ۱۴۰-۱۲۹ .

بهتری، ب .۱۳۹۵. مدل سازی سبزشدن گیاهچه‌های لوبیا سبز و ذرت بصورت تابعی از داده‌های اقلیمی و خاکی. پایانامه دکترای رشته زراعت. دانشگاه تبریز . ۱۲۷ ص.

Allmaras, R.R., R.E. Burwell, W.B.Voorhees, and W.E. Larson. 1965. Aggregate size distribution in the row zone of tillage experiments. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 29: 645-650.

Baskin, J.M., and C.C. Baskin. 1985. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: A continuum. Biosci. 35:492–498.

Behtari, B., Behtari, B., and Abadian, H. 2009. Quality and quantity response of soybean (*Glycine max* L.) seeds to water deficit. p. 195. Conference on international research on food security, natural resource management and rural development (Tropentag). Hamburg, Germany.

Benvenuti, S. 1995. Soil light penetration and dormancy of jimsonweed (*Datura stramonium*) seeds. Weed Sci. 43:389–393.

Benvenuti, S., and M. Macchia. 1995. Hypoxia effect on buried weed seed germination. Weed Res. 35:343–351.

Benvenuti, S., and M. Macchia. 1997. Light, phytochrome and germination of *Datura stramonium* L. seeds. Environ. Exp. Bot. 38:61–71.

Benvenuti, S., and M. Macchia. 1998. Phytochromemediated germination control of Datura stramonium L. seeds. Weed Res. 38:199–205.

Botha, F.C., G.P. Potgeiter, and A.M. Botha. 1992. Respiratory metabolism and gene expression during seed germination. Plant Growth Regul. 11:211–224.

Bush, J.K., and O.W. Van Auken. 1991. Growth and survival of Prosopis glandulosa seedlings associated with shade and herbaceous competition. Bot. Gazette. 151: 234–239.

Cousens, R., and S.R.Moss. 1990.Amodel of the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. Weed Res. 30:61–70.

Cussans, G.W., S. Radonius, P. Brain, and S. Cumbenworth. 1996. Effects of depth of burial and soil aggregate of *Alopecurus myosuroides*, *Galium aparine*, *Stelaria media* and wheat. Weed Res. 36: 133–141.

Dalposso, G.H., M.A. Uribe-Opazo, J. A. Johann. 2016. Soybean yield modeling using bootstrap methods for small samples. Span. J. Agri. Res. 14 (3), e0207. http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2016143-8635.

Fenner, M. 1985. The Ecology of Seed. Chapman and Hall, London, UK. 250pp.

Forcella, F. 1993. Seedling emergence model for velvetleaf. Agron. J. 85:929–933.

Forcella, F. R.L. Benech-Arnold, R. Sanchez, and C.M. Ghersa. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Res. 67: 123–139.

Forcella, F., R.G. Wilson, K.A. Renner, J. Dekker, R.G. Harvey, D.A. Alm, D.D. Buhler, and J. Cardina. 1992. Weed seedbanks of the U.S. Corn Belt: Magnitude, variation, emergence and application. Weed Sci. 40:636–644.

Froud-Williams, R.J., R.J. Chancellor, and D.S.H. Drennan. 1984. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. J. Appl. Ecol. 21:629–641.

Grundy, A.C., A. Mead, and W. Bond. 1996. Modelling the effect of weed-seed distribution in the soil profile on seedling emergence. Weed Res. 36:375–384.

Grundy, A.C., A. Mead, and S. Burston. 1999. Modeling the effect of cultivation on seed movement with application to the prediction of weed seedling emergence. J. Appl. Eco. 36: 663-678.

Gutterman, Y., F. Corbineau, and D. Come. 1992. Inter-related effects of temperature, light and oxygen on Amaranthus caudatus L. seed germination. Weed Res. 32:111–117.

Holm, R.H. 1972. Volatile metabolites controlling germination in buried weed seeds. Plant Physiol. 50:293–297.

Kirby, E.J.M. 1993. Effect of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat. Field Crops Res. 35: 101-111.

Larson, W.E. 1964. Soil parameters for evaluating tillage methods and operations. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29: 118-122.

Martin, B.A., S.F. Cerwick, and L.D. Reding. 1991. Physiological basis for inhibition of maize seed germination by flooding. Crop Sci. 10:1052–1057.

Moldrup, P., T. Olesen, S. Shjønning, T. Yamaguchi, and D.E. Rolston. 2000. Predicting the gas diffusion coefficient in undisturbed soil from soil water characteristics. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:94–100.

Norton, C.R. 1986. Germination under flooding: Metabolic implication and alleviation of injury. Hort. Sci. 21:1123–1125.

Pollack, B.M., and J.R. Manalo. 1969. Controlling substrate moisture oxygen levels during imbi- bition stage of germination. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 94: 574-576.

Radford P.J. and D.J. Greenwood. 1970. The simulation of gasseous diffusion in soils. J. Soil Sci. 21:305–313.

Refsgaard, J.C., T.H. Christensen, and H.C. Ammentrop. 1991. A model for oxygen transport and consumption in the unsaturated zone. J. Hydrol. 129:349–369.

Sachs, M., D.J. Cantliffe, and T.A. Nell. 1981. Germination studies of clay-coated sweet pepper seeds. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 106:385– 389.

Schneider, E.C., and S.C. Gupta. 1985. Corn emergence as influenced by soil temperature, matric potential, and aggregate size distribution. Soil Sci. Soc. Am. J., 49: 415-422.

Sierra, J. and P. Renault. 1996. Respiratory activity and oxygen distribution in natural aggregates in relation to anaerobiosis. Soil Sci. Soc. Am. J. 60:1428–1438.

Soltani, A., M.J. Robertson, B. Torabi, M. Yousefi-Daz and R. Sarparast. 2006. Modeling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. Agri. Forest Meteo. 138: 156–167.

Wiese, A.F., and L.K. Binning. 1987. Calculating the threshold temprature of development of various weeds. Weed Sci. 35: 177-179.

Germination and seedling emergence of green bean and maize in different soil depths and physical characteristics

B. Behtari[1], A. Dabbag Mohammadi Nasab[2], K. Ghassemi Golezani[2], M. Shakiba[2]

Received: 2016-9-4 Accepted: 2017-1-30

Abstract

A field study was carried out to investigate the effects of four planting depths and three soil types with different physical characteristics on green bean (*Phaseolus vulgaris* Var. Sunray) and maize (*Zea mays* L. Var. Amyla) seed germination and seedling emergence. Ahar and Ardabil experiments each consisted of a field experiments with sowing depth 5 cm and a separate pot experiment with sowing depths of 2, 4, 6 and 8 cm that were conducted as randomized complete block design in the same place. The aim of the experiments was to investigate the physical effects of the soil on seed ecology and emergence dynamics. The result revealed that germination inhibition was directly proportional to clay content and inversely proportional to sand content due to burial depth. Depth of fifty percent emergence inhibition ($Di_{50\%}$) were equal to 5.3 cm in clay soil for both green bean and maize, if this was for silty soil, respectively 5.4 and 2.7 cm. A significant linear regression between clay particle content and $Di_{50\%}$ revealed that those soil components had opposite effects in terms of favoring or inhibiting depth mediated inhibition. Therefore, increasing soil clay contents increased inhibition of seedlings. The data also showed that the oxygen content in the surrounding soil of seeds was not an important factor for seed germination differences, and its effect was insignificant. Increasing geometric mean decreased particle diameter soil inhibition. In conclusion, these experiments showed soil physical properties had a strong effect on buried-seed ecology and consequently on seed germination and seedling emergence.

Keywords: Depth of 50% emergence inhibition, geometric mean particle diameter, soil clay, soil texture

1- PhD student of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2- Dept of Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran