فصل اول

مقدّمه

۱- مقدّمه

در طیّ تاریخ زندگی بشر، تأمین غذا و دیگر مایحتاجی که از طریق فعالیت‌های کشاورزی فراهم می‌گردد، همواره از اهمّیت زیادی برخوردار بوده‌است و در این میان مبارزه با هر عاملی (از جمله علف‌های هرز) که باعث خسارت و کاهش عملکرد گردد نیز در اولویت قرار داشته‌است. علف‌های هرز گیاهانی هستند که منشأ آنها در محیط‌های طبیعی بوده در حال حاضر در واکنش به فشارهای انسان یا شرایط طبیعی، با گیاهان زراعی و فعّالیت‌های انسان در تداخل می‌باشند. فرض بر این است که ترکیب و تراکم جوامع علف‌های هرز غیر قابل پیش‌بینی و بی‌نظم است. بدون شک تراکم، ترکیب و تغییراتی که در جمعیت و پویایی جوامع علف‌های هرز به‌وجود می‌آید سبب تشدید اثر منفی بر گیاه زراعی شده، می‌تواند منجر به تصمیمات نامناسب مدیریتی شود. بسیاری از پژوهش‌های مربوط به تعاملات علف‌هرز - گیاه زراعی، طیّ سالیان متمادی، نشان داده‌اند که علف‌های هرز حتّی در تراکم‌های خیلی پائین موجبات تلفات عملکرد اکثر محصولات زراعی را فراهم می‌آورند (زند و همکاران، ۱۳۸۳ الف).

خسارت گیاهان هرز در هیچ جای جهان به طور دقیق و جامع مورد بررسی قرار نگرفته‌است. به طور کلّی در مسئلهٔ گیاهان هرز نکتهٔ مهم این است که خسارت ناشی از این گیاهان نسبت به خسارت ناشی از آفات و بیماری‌ها در کشاورزی بسیار بیشتر می‌باشد. این خسارات شامل کاهش محصول، تلفات آب، تلفات موادّ غذایی، تداخل در عملیات زراعی و کاهش درآمد، بالا بردن هزینهٔ نیروی انسانی، کاهش کیفی محصول، کاهش کارآیی بهره‌برداری از زمین، میزبانی آفات و عوامل بیماری‌زا، ایجاد مشکلات در آبیاری مزارع و به خطر انداختن سلامت دام و انسان می‌باشند (راشدمحصّل و وفابخش، ۱۳۷۸). از حدود ۲۵۰۰۰۰ گونهٔ گیاهی موجود در دنیا، کمتر از ۲۵۴۰ گونه به عنوان علف‌های هرز مهم در سطح جهان مطرح می‌باشند. بر اساس یافته‌های هولم و همکاران (۱۹۷۷)، ۷۶ گونه از آنها را می‌توان زیان‌بارترین علف‌های هرز جهان دانست. این گونه‌ها در ۳۰ تیرهٔ گیاهی پراکنده‌اند. تقریباً ۷۱ درصد از زیان‌بارترین آنها در هشت تیرهٔ گیاهی جای می‌گیرند و بالغ بر ۵۰ درصد این گونه‌های علف‌های هرز تنها در دو تیرهٔ گندمیان و کاسنی قرار دارند. همچنین از میان ۳۰ تیره‌ای که زیان‌بارترین علف‌های هرز جهان را دارا هستند، تیره‌های گندمیان، سیب زمینی، پیچک صحرایی، فرفیون و نخود ۷۵ درصد از محصولات غذایی جهان را ارائه می‌کنند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۰).

جهت استقرار یک سیستم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز مؤثّر در گیاهان زراعی، شناخت بیولوژی علف‌های هرز رایج در آن امری حیاتی است و در این میان مطالعات بیولوژی جوانه‌زنی علف‌های هرز جهت توسعهٔ استراتژی‌های مدیریت دراز مدّت، امری سودمند می‌باشد. بیولوژی علف‌های هرز و اهمّیت

آن در مدیریت طیّ سال‌های اخیر مورد توجّه زیادی قرار گرفته‌است. برای مدیریت صحیح و کنترل اصولی علف‌های هرز، شناسایی و درک عوامل محیطی مؤثّر بر بیولوژی علف‌هرز اهمّیت دارد. این دانش جهت پی‌بردن به پویایی علف‌هرز، به خصوص پویایی بذر آن‌ها در خاک اهمّیت دارد و باعث بهبود فعّالیت‌های زراعی خواهدشد (حسینی فرادنبه، ۱۳۸۸).

درگیاهان، بذر برای حفظ و رشد جمعیت‌های موجود و پیدایش جمعیت‌های جدید اهمّیت زیادی دارد. حیات طولانی بذر علف‌های هرز، دلیل اصلی بقای جمعیت‌های علف‌های هرز در فرآیند توالی و تنوّع ژنتیکی علف‌های هرز در محیط‌های با شدّت انتخاب بالا نظیر مزارع کشاورزی است. خفتگی یا خواب بذر، راهکاری مناسب برای حصول این هدف می‌باشد. خفتگی بذر، حاصل انتشار در زمان بوده به ویژه برای گیاهان یکساله در مقایسه با گیاهان چندساله حیاتی است، زیرا بذور گیاهان یکساله تنها نماینده و رابط بین نسل‌ها می‌باشند (زند و همکاران، ۱۳۸۳ الف). در گیاهان هرز، بزرگترین عامل سازش‌پذیری گیاه برای بقا، تولید بذر زیاد، بقای اندام‌های غیرجنسی در برابر شرایط ناسازگار، انتشار و خواب بذر و توانایی مقاومت بذرها و اندام‌های غیرجنسی در برابر اثرهای زیان‌آور محیطی است. خواب بذر را می‌توان یکی از عوامل مهمّ بقای گیاهان هرز دانست، در حالیکه بذور گیاهان زراعی نمی‌توانند از طریق خواب بقای خود را حفظ کنند. بقای هر گیاه هرز یا هر گیاه یکساله و دو ساله تابع منابع تولید بذر کافی و دارای قوّهٔ نامیهٔ زیاد است تا گیاه بتواند در برابر عوامل محیطی خود را حفظ کند. تولید بذر کم یا زیاد مشخّص‌کنندهٔ سازش‌پذیری زیاد یا کم گیاه هرز است (کریمی، ۱۳۷۴). بانک بذر خاک در سیستم‌های زراعی، منبع اولیهٔ هجوم سالیانهٔ علف‌های هرز است و دانستن بیولوژی علف‌های هرز جهت مدیریت آن‌ها حائز اهمّیت می‌باشد. به همین خاطر، بیولوژی علف‌های هرز در سال‌های اخیر در زمینهٔ استراتژی‌های مدیریت علف‌های هرز مورد مطالعه قرار گرفته است. جهت کنترل مطلوب علف‌های هرز باید اطّلاعات وسیعی در مورد پویایی جمعیت گونه‌های علف‌هرز به ویژه تولید بذر، خواب، مقاومت و سبزشدن گیاهچه داشت (منان، ۲۰۰۳).

بر اساس تعریف ارائه شده توسط کولکوهون و همکاران (۲۰۰۱)، فنولوژی، بررسی حوادث زیستی است که به صورت دوره‌ای در سطوح مختلف اندام، بافت و سلّول روی می‌دهد. به طور کلّی زمانی در مدیریت علف‌های هرز موفّق‌تر خواهیم بود که بر اساس اصول اکولوژیکی و بیولوژی علف‌های هرز شناخت دقیق‌تری از اثر عوامل محیطی بر زندگی گیاه داشته‌باشیم و توانایی پیش‌بینی فنولوژی علف‌هرز وجود داشته‌باشد. با درک متغیّرهایی که باعث پاسخ فنوتیپی ویژه‌ای می‌شوند، می‌توان به راهکارهای جدیدی برای حل مشکلات علف‌های هرز دست یافت (گرسا و هالت، ۱۹۹۵).

نظر به تأمین دو نهادهٔ مهمّ مورد نیاز در صنایع غذایی و پوشاک یعنی روغن و الیاف از طریق کاشت پنبه، این گیاه از دیرباز مورد توجّه انسان بوده چنانچه بر اساس شواهد موجود از حدود ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد کشت آن در مکزیک معمول بوده‌است. این گیاه از نظر سازگاری با بافت خاک و همینطور با توجّه به نیازهای آن از نظر عوامل اقلیمی در بیشتر نقاط ایران قابل کاشت می‌باشد (خواجه-

پور، ۱۳۷۵). پنبهٔ رقم ورامین در سال ۱۳۳۸ از دورگ‌گیری بین دو رقم کوکرس - ۱۰۰ ویلت[1] و استرین ۵۳۹[2] بوجود آمد و در سال ۱۳۴۶ به عنوان یک رقم اصلاح شده برای کشت در مناطق گرگان، خراسان، مغان و استان مرکزی توصیه شد. پنبهٔ ورامین نسبتاً زودرس است. طول الیاف آن ۲۹ تا ۳۰ میلی‌متر، کیل آن ۳۹ درصد و عملکرد آن بیش از چهار تن در هکتار می‌باشد. ارتفاع بوته ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و طول دورهٔ رویش آن حدود ۱۷۰ روز است (رستگار، ۱۳۸۴). اگرچه پنبه گیاهی مقاوم به خشکی است و حتی در بعضی مناطق در صورت کافی بودن بارندگی امکان کاشت دیم آن نیز وجود دارد، ولی با توجه به نقش رطوبت کافی در حصول به حداکثر عملکرد ممکنه و تأمین این شرایط در صورت عاری بودن مزرعه از علف‌های هرز، مطالعه و بررسی اثرات رقابتی پنبه با علف‌های هرزی که امکان تداخل مؤثّر آن‌ها با این گیاه زراعی وجود دارد، حائز اهمّیت می‌باشد.

تاج‌ریزی سیاه[3] گیاهی یکسالهٔ بهاره، دارای سیستم فتوسنتز C_3 است که بیشتر در مزارع چغندر قند، پنبه، ذرّت، سویا، سیب زمینی، حبوبات، سیر و پیاز، توتون، سبزی و صیفی، باغات و اراضی بایر مناطق سردسیری و نیمه‌گرمسیری ایران می‌روید (زند و همکاران، ۱۳۸۹). به گزارش تاب (۲۰۰۹)، تاج‌ریزی سیاه و تاج‌ریزی کرکدار[4] دو علف‌هرز مهم در بسیاری از زراعت‌ها می‌باشند. این دو علف‌هرز موجب کاهش عملکرد کمّی گیاه زراعی از طریق اِعمال رقابت شده، هنگام برداشت محصول، با اختلاط میوه و بذر آن‌ها موجب کاهش کیفیت محصول می‌گردند.

در این تحقیق ضمن بررسی تأثیر عوامل محیطی بر روی خصوصیات جوانه‌زنی، سبز شدن، ویژگی‌های رشد و تولید بذر تاج‌ریزی سیاه، چگونگی اثر رقابت پنبه در تراکم‌های مختلف بر فنولوژی، رشد و تولید بذر و زادآوری تاج‌ریزی سیاه نیز مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج این تحقیق می‌تواند منجر به شناخت بیشتر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی تاج‌ریزی سیاه و همینطور فنولوژی آن بخصوص در زراعت پنبه گردد و برای اتّخاذ رهیافتی مناسب در جهت توسعهٔ سیستم‌های مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بکار آید. امید است تا بتوانیم گامی در مسیر پایداری زراعت پنبه و دیگر گیاهان زراعی که با این علف هرز مواجه می‌باشند برداریم.

[1] - Cokers – 100 wilt
[2] - Strin 539
[3] - *Solanum nigrum*
[4] - *S. physalifolium*

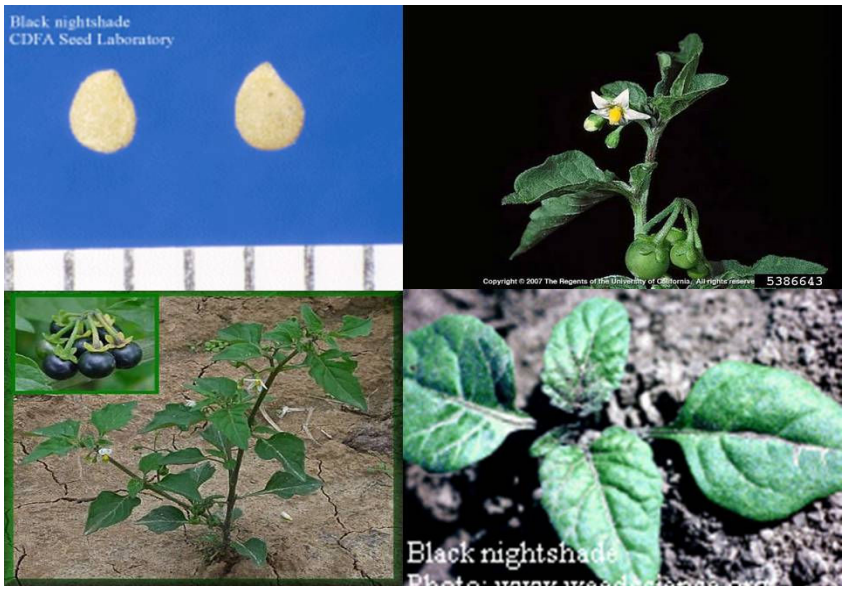
فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- معرّفی تاج‌ریزی سیاه و اهمّیت آن

تاج‌ریزی سیاه گیاهی یکسالهٔ بهاره از تیرهٔ سیب زمینی[1] است که به وسیلهٔ بذر تکثیر می‌شود. ارتفاع آن ۹۰-۸ سانتی‌متر، به رنگ سبز تیره، علفی، پوشیده از کرک‌های پراکنده یا بدون کرک و صاف است. ریشهٔ اصلی کوتاه و دوکی شکل است. دارای ساقهٔ راست یا بالارونده (لارینا، ۲۰۰۹)، از پائین منشعب، ایستاده یا خوابیده، با شاخه‌های گسترده و زاویه‌دار است (قهرمان، ۱۳۷۵). برگ‌ها ضخیم، صاف یا دارای کرک‌های اندک، تخم مرغی شکل یا تقریباً مثلّثی، با حاشیهٔ موجی دندانه‌دار و دارای نوکِ کشیده و تیز (لارینا، ۲۰۰۹)، با ابعاد ۷- ۴ × ۹- ۴ سانتی‌متر (قهرمان، ۱۳۷۵)، با رگبرگ‌های کاملاً مشخّص است (اصغری و محمودی، ۱۳۷۸). گل‌آذین‌ها معمولاً بصورت کناری، شبیه چتر یا اندکی خوشه‌ای- دیهیم‌دار شامل ۸-۳ گل (لارینا، ۲۰۰۹) با یک دمگل مشترکِ کوتاه و محوری به طول ۲- ۱ سانتی‌متر می‌باشند (قهرمان، ۱۳۷۵). گل‌های آن مثل گوجه فرنگی و سیب‌زمینی از گلبرگ‌های سفیدرنگ و اندام‌های جنسی زردرنگ در مرکز جام گل، تشکیل شده‌است (اصغری و محمودی، ۱۳۷۸). کاسهٔ گل صاف یا دارای موهای خمیدهٔ اندک است. جام گل بطور متوسّط پنج قسمتی، طول آن دو یا سه برابر کاسهٔ گل، نسبتاً سفیدرنگ یا اندکی به رنگ بنفش است. میوهٔ آن سته، کروی، به رنگ سیاه، سبز مایل به قهوه‌ای یا زرد (لارینا، ۲۰۰۹) به قطر ۷- ۵ میلی‌متر است (قهرمان، ۱۳۷۵) که به صورت دسته‌هایی در انتهای ساقه‌های گل‌دهنده ظاهر می‌شوند (اصغری و محمودی، ۱۳۷۸). بذر آن تخم مرغی شکل نامنظّم، در دو طرف فشرده، سبک و کاهی رنگ است. گل‌دهی آن از اواسط خرداد ماه شروع شده تا اوائل مهرماه ادامه داشته میوه‌دهی آن از اوائل تیرماه تا اوائل آذرماه ادامه دارد. در هر بوته حدّاکثر تا ۲۸۰۰۰۰ عدد بذر تولید می‌کند. حدّاقل دمای لازم برای جوانه‌زنی بذور آن ۱۰ تا ۱۲، حداکثر ۳۴ تا ۳۶ و دمای متوسّط آن ۲۴ تا ۲۶ درجهٔ سانتی‌گراد است (لارینا، ۲۰۰۹). برای گل‌دهی، رشد رویشی و رسیدن میوه و بذر به ترتیب به ۶۰۰، ۹۰۰ و ۱۰۰۰ درجه‌روز سانتی‌گراد بعد از کاشت نیاز دارد (مک-گیفن و ماسیوناس، ۱۹۹۲). عمق مناسب کاشت آن ۱- ۰/۵ سانتی‌متر است. در اکثر نقاط دنیا می‌روید. در زمین‌های مزروعی، مرطوب و دارای خاک‌های غنی رشد می‌کند و در زمین‌های شور و یا سنگلاخی نیز قادر به رویش است. همهٔ قسمت‌های این گیاه بجز میوه‌های رسیده، حاوی مادّهٔ سمّی گلیکوآلکالوئید سولانین است. برگ‌ها دارای اسیدآسکوربیک و کاروتن بوده، میوه‌های آن تا ۳۶ درصد چربی دارند که مصرف صنعتی دارد. شاخه‌های جوان برگدار و میوه‌های رسیدهٔ آن مصرف پزشکی دارند (لارینا، ۲۰۰۹).

[1] - *Solanaceae*



شکل ۲-۱: تصاویر بذر، گیاهچه، بوتهٔ کامل، گل و میوهٔ تاج‌ریزی سیاه

مناطق انتشار آن در ایران شامل نواحی اطراف تهران، شمال (گرگان، مازندران، درّهٔ هراز، بین فیروزکوه و زیرآب، کلاردشت، گیلان، لاهیجان، تنکابن، هشتپر)، بخش مرکزی (اصفهان)، آذربایجان، ارومیه، فارس، بلوچستان و خراسان می‌باشد (قهرمان، ۱۳۷۵).

تاج‌ریزی سیاه به عنوان یک علف‌هرز مهم در بسیاری از زراعت‌ها مورد توجّه می‌باشد (کیلی و تولن، ۱۹۸۹؛ به نقل از تاب، ۲۰۰۹). نام این گیاه به عنوان علف‌هرز در ۳۷ نوع گیاه زراعی از ۶۱ کشور جهان گزارش شده‌است (هولم و همکاران، ۱۹۹۱؛ به نقل از تاب، ۲۰۰۹). در هنگام برداشت محصولات زراعی، میوه‌های آن به خاطر اختلاط با دانه‌های غلّات و حبوبات موجب کاهش کیفیت محصولات زراعی می‌گردد، بطوریکه با پاره‌شدن میوه‌های آن در اثر عملیات برداشت، سبب چسبیدن اجسام ریز و ذرّات خاک به دانه‌های محصول زراعی می‌گردد و در نتیجه از ارزش و کیفیت آن‌ها می‌کاهد (تاب، ۲۰۰۹). میوه‌های آن به لحاظ اندازه، شبیه حبوباتی نظیر نخود، لوبیا و دیگر محصولات مشابه بوده اختلاط آن با این محصولات امر جداسازی آن‌ها را دچار مشکل ساخته بطوریکه برای جداسازی آن‌ها لازم است از غربال استفاده شود. بذور تاج‌ریزی سیاه با چسبیدن به دانه‌های محصولات زراعی به مزارع دیگر انتقال می‌یابند. قطعات ساقه و برگ‌های آن با ایجاد توده‌های مرطوب و چسبناک موجب اِشکال در کارآیی ماشین آلات برداشت شده، سبب کُندی یا توقّف در امر برداشت می‌شوند. تولید کنندگان محصولات دامی نگران اثرات سمّی این گیاه در مراتع و همچنین آغشته شدن پشم گوسفندان به محتویات چسبناک میوهٔ آن می‌باشند (اُگ و راجرز، ۱۹۸۹؛ به نقل از تاب، ۲۰۰۹).

با آنکه اثر علف‌کش بر تاج‌ریزی سیاه به علّت شکل ایستادهٔ رویشی و انشعابات فراوان آن زیاد است (محمّدوند و همکاران، ۱۳۸۷)، ولی ظهور مقاومت در برابر علف‌کش در این گیاه می‌تواند موجب مشکلات زیادی در جهت کنترل آن گردد. به عنوان مثال، در سال ۱۹۹۹ مقاومت تاج‌ریزی سیاه به سیانازین[1] در

[1] - Cyanazine

مزرعهٔ نخودفرنگی در نیوزلند گزارش گردید (هارینگتون و همکاران، ۲۰۰۱).

تاج‌ریزی سیاه میزبان تعدادی از آفات، نماتدها و عوامل بیماری‌زایی است که به گیاهان زراعی آسیب می‌رسانند (هولم و همکاران، ۱۹۹۱؛ به نقل از تاب، ۲۰۰۹). به گزارش ویلسون و همکاران (۱۹۸۱)، بوته‌های تاج‌ریزی سیاهِ مبتلا به ویروس پیچیدگی زرد برگ گوجه‌فرنگی[1] در درون و اطراف مزرعهٔ گوجه‌فرنگی در عراق مشاهده گردید. این بیماری توسّط حشرات ناقل از گوجه‌فرنگی‌های آلوده، به تاج‌ریزی سیاه منتقل شده بود.

در مزارع آلوده به این علف‌هرز، باید در مصرف کود دقّت کافی به عمل آورد. به گزارش محمّدوند و همکاران (۱۳۸۷)، مصرف مقادیر بالای کود به صورت یکجا (بدون تقسیط)، اثر مثبت در ظهور تاج‌ریزی سیاه دارد.

۲-۲- خواب و جوانه‌زنی بذر

جوانه‌زنی عبارت از خروج ریشه‌چه از پوستهٔ بذر است. برای تحقّق این امر لازم است که جنین گیاهی از حالت سکون خارج شده، چرخهٔ مواد غذاییِ ذخیره شده فعّال شود، بافت‌های احاطه کنندهٔ جنین برطرف گردند و طویل شدن، تقسیم و رشد سلولی دوباره آغاز گردد. توقّف در هر یک از مراحل فوق، موجب حالت رکود یا خواب می‌گردد (فینکلشتاین و همکاران، ۲۰۰۸). بذوری که در حالت رکود نباشند، فقط زمانی جوانه خواهند زد که عوامل لازم برای جوانه‌زنی فراهم باشد (هیل‌هورست و کارسن، ۱۹۹۲). جوانه‌زنی تحت تأثیر عوامل محیطی از قبیل دما، نور، نیترات و میزان رطوبت می‌باشد (بومیستر و کارسن، ۱۹۹۳). بهر حال، درکس و کارسن (۱۹۹۴) گزارش داده‌اند که وجود نیترات یا حسّاسیت به نیترات نقشی در تنظیم خواب و یا جوانه‌زنی *Arabidopsis thaliana* ندارد. عواملی مانند شوری خاک و اسیدیته، می‌توانند بر جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز تأثیر بگذارند. عمق دفن بذور نیز جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه‌های علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کوگر و همکاران، ۲۰۰۴)، چرا که این اعماق از نظر رطوبتِ در دسترس، تغییرات حرارت روزانه و نوری که در معرض آن هستند متفاوت می‌باشند. دما، فشار اسمزی محلول، کیفیت نور و موقعیت بذر در بانک بذر خاک و نیز بافت خاک، فاکتورهای مؤثّر بر جوانه‌زنی و سبز شدن هستند.

بذور علف‌های هرز معمولاً در دامنه‌ای از دما، محدود به یک حدّاقل و حدّاکثر جوانه می‌زنند (پِنی و نیل، ۲۰۰۳). این محدوده‌ها در دامنهٔ گسترده‌ای تغییر می‌کنند و بطور طبیعی در توده‌های بذور علف‌هرز مشاهده شده، تغییرات آن‌ها بستگی به تغییرات سطح رکود بذر، دارد (کِبریب و مورداک، ۱۹۹۹). برطرف شدن حالت رکود، نتیجهٔ دامنهٔ گسترده‌ای از دما است که جوانه‌زنی در آن روی می‌دهد، ولی القای حالت رکود در محدودهٔ کوچکی از این دامنه پیش می‌آید (وِلی‌شوورز و بومیستر، ۲۰۰۱). دل‌مونته و تارکیس (۱۹۹۷) اظهار داشتند که کاهش دمای پایه برای جوانه‌زنی تاج‌ریزی کُرکدار مربوط به رفع حالت رکود می‌باشد.

[1] - Tomato Yellow Leaf Curl Virus

خواب یکی از اصول موفّق علف‌های هرز می‌باشد، زیرا توسّط این فرآیند می‌توانند آشیانهٔ بوم‌شناختی مناسبی یافته حیات خود را علی‌رغم وجود عوامل تهدیدکننده مانند نوسانات شدید حرارتی، آب، آتش، عملیات کشت، خوراک حیوانات و پرندگان حفظ نمایند. در حقیقت خواب بذر در گیاهان همهٔ مناطق گرمسیری تا آلپ قطبی مشاهده می‌شود و با توجه به گونه‌های مختلف، عوامل ایجادکنندهٔ خواب بذر متفاوتند. در صورت برطرف شدن عوامل ایجادکنندهٔ خواب و همچنین وجود شرایط مساعد، جوانه‌زنی اتّفاق می‌افتد. رکود یا خواب فیزیولوژیکی، یکی از ویژگی‌های بذور علف‌های هرز است که آن‌ها را قادر می‌سازد تا در صورت شرایطی که برای رشد و جوانه‌زنی آن‌ها خطرساز است، در زمان یا مکانی دیگر بقای خود را حفظ نمایند. به دلیل وجود رکود، بذور علف‌های هرز برای چندین سال در خاک باقی می‌مانند و هنگامی جوانه می‌زنند که شرایط برای بقای گیاهچه تا مرحلهٔ رسیدن مناسب باشد. بذور علف‌های هرز زیادی که احتمالاً در خاک‌های کشاورزی وجود دارند، تا وقتی که در خاک موجودند، می‌توانند منبع عظیمی از جوانه‌های علف‌های هرز را ایجاد نمایند و مشکل مواجهه با علف‌های هرز را سبب گردند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۴).

در مناطق معتدل به علّت وجود تغییرات زیاد دما در طیّ فصول، بذور گیاهان از مکانیسم خواب برای زنده ماندن در طیّ فصل زمستان استفاده می‌کنند. اگر این بذور در اواخر تابستان یا پائیز جوانه بزنند، گیاهان جوان بر اثر سرمای زمستان از بین خواهند رفت. در صورتی که اگر مکانیسم‌هایی وجود داشته باشد که جوانه‌زدن را تا بهار سال بعد به تأخیر اندازد، امکان زنده‌ماندن گیاه جوان بسیار بیشتر خواهد شد و این ارزش خواب بذر را می‌رساند. در حقیقت خواب بذر، جوانه‌زدن آن را تا زمانی که امکان زنده ماندن کمتر باشد به تأخیر می‌اندازد (دِولین، ۱۹۷۵). در بذور علف‌های هرز، خواب طولانی می‌تواند یک مایهٔ دردسر برای کشاورزان باشد که همین مطلب اهمّیت اکولوژیکی خواب را نشان می‌دهد.

برای تعیین سطح خواب، مقادیر زیادی از بذور در چندین موقعیت مورد آزمایش قرار می‌گیرند. اگر بذور در اکثر شرایط جوانه زدند، سطح خواب بذر کم است. ولی اگر جوانه‌زنی در شرایط خاص اتّفاق افتاد یا در شرایط مورد آزمایش اتّفاق نیفتاد نشان‌دهندهٔ سطح بالای خواب در بذور است (ولیس و همکاران، ۲۰۰۲). در یک آزمایش مشاهده شد که بذور موجود در میوه‌های تازه‌رسیدهٔ تاج‌ریزی کُرکدار، یا جوانه نزده و یا به مقدار اندک جوانه زدند که این خود حاکی از یک رکود عمیق بود ولی بذور موجود در میوه‌های تازه‌رسیدهٔ تاج‌ریزی سیاه از توان جوانه‌زنی بالایی برخوردار بودند (تاب و اندرسون، ۲۰۰۹). در گزارشی دیگر بیان گردید که بذور موجود در میوه‌های تازه‌رسیدهٔ تاج‌ریزی سیاه خواب اولیه نداشته در دماهای ثابت و شرایط نور به میزان زیاد قادر به جوانه‌زنی هستند ولی بذور تاج‌ریزی کرکدار دارای خواب اولیه بوده از نظر شرایط لازم برای جوانه‌زنی با تاج‌ریزی سیاه فرق می‌کنند (بیتل و همکاران، ۲۰۰۲). القای حالت رکود یا خواب در دماهای کمتر اندک بوده با بالا رفتن دما افزایش می‌یابد. دماهای بالا موجب دوام کوتاه مدّت شکست خواب می‌گردد. در طول پائیز، زمستان و ابتدای بهار از میزان خواب بذرهایی که در خاک مانده‌اند کاسته شده موجب ظهور دانهال‌ها در طول یک دورهٔ طولانی در اواخر بهار و اوائل تابستان می‌گردد. این موضوع موجب بقای آنها در صورت خطر بلایای طبیعی و یا فرار آن‌ها از

اقدامات کنترلی علفهای هرز می‌شود. دانستن این موضوع می‌تواند برای به حداکثر رساندن سودمندی استراتژی‌های مدیریت علفهای هرز توسّط انطباق زمان کنترل علفهای هرز با زمان ظهور دانهال‌های تازه‌روئیدهٔ آن‌ها، مورد استفاده قرار گیرد (تاب، ۲۰۰۹). در یک آزمایش رفتارهای جوانه‌زنی تاج‌ریزی سیاه و تاج‌ریزی کُرکدار بر اساس نیازهای حرارتی مورد مقایسه قرار گرفت. سه تودهٔ بذورِ جمع‌آوری شدهٔ تاج‌ریزی سیاه دارای دمای پایهٔ بین ۷/۵ تا ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد بودند. هر تودهٔ بذری که در زمان جمع‌آوری آن دورهٔ روزهای یخبندان کمتر بود، از دمای پایهٔ پائین‌تری برخوردار بود. تاج‌ریزی کُرکدار دمای پایهٔ بالاتری در دماهای ثابت داشت (۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد) که می‌تواند به عنوان خواب اجباری تلقّی گردد. این اجبار توسط دماهای متناوب در دامنه‌های فراتر از ۵ درجهٔ سانتی‌گراد برطرف می‌گردد (دِل مونته و تارکیس، ۱۹۹۷).

باید توجّه داشت که عدم جوانه‌زنی لزوماً نشانگر خواب نیست. خصوصیات ژنتیکی و فیزیولوژیکی بذور نقش مهمّی در خواب آن‌ها دارند. اگرچه تقابل بین این خصوصیات و محیط احتمالاً باعث تشدید خواب یا آغاز جوانه‌زنی می‌شود، فاکتورهای زیادی موجب کاهش یا افزایش خواب در گونه‌های متفاوت می‌شوند (بوهلر و همکاران، ۱۹۹۷). رطوبت خاک، فراهمی اکسیژن و دما از حیاتی‌ترین فاکتورهای مؤثّر در جوانه‌زنی هستند که می‌توانند در خواب بذور نیز تأثیرگذار باشند. اثرات متقابل بین دما و رطوبت خاک برای القای خواب، در یکساله‌های تابستانه گزارش نشده است. القای مجدّد خواب در بذورِ آب جذب‌کردهٔ علف هفت‌بند فقط در دماهای بالا دیده می‌شود، ولی چگونگی و اساس این رویداد در بذور خشک (که اصلاً جذب آب نداشته‌اند) هنوز ناشناخته‌است (کراک و بنچ‌آرنولد، ۱۹۹۸).

فاکتورهای دیگر مانند در معرض نور بودن، فعّالیت‌های میکروبی و نیترات خاک نیز در تنظیم جوانه‌زنی و خواب مؤثّر هستند (باسکین و باسکین، ۱۹۹۰). علف‌های هرز بذردرشت مکانیزم‌هایی دارند که سبب انطباق زمان جوانه‌زنی آن‌ها با شرایط مساعد محیطی می‌گردد و فقط تعداد اندکی مانند گونه‌ای تاج‌ریزی[1] (آکاندا و همکاران، ۱۹۹۶) از طریق عکس‌العمل شدید به نور، دمای متناوب و یا نیترات موجب حذف گونه‌های رقیب می‌گردند.

جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز در داخل خاک مزرعه به علّت اینکه ممکن است در مراحل متفاوت رکود باشند، همزمان نیست و باعث تداوم مشکلات ناشی از رویش علف‌های هرز برای زارعین می‌گردد. هارپر (۱۹۷۷) بر اهمیت رکود بذر در بقای علف‌های هرز تأکید نموده مشکلاتی را که رکود بذر در پیشرفت کنترل علف‌های هرز ایجاد می‌نمایند برشمرده است. از بین بردن بذورِ در حال رکود به جز استفاده از روش سترون کردن خاک، با استفاده از سایر روش‌های کنترل مؤثّر نیست (اگلی، ۱۹۸۶). شناخت بهتر رکود بذر علف‌های هرز ممکن است باعث شناخت بهتر روش‌های کنترل آن‌ها گردد.

شناخت بیولوژی جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز رایج در محصولات زراعی، ضرورتی انکار ناپذیر در سیستم‌های مدیریتی مؤثّر علف‌های هرز می‌باشد. اگرچه خواب بذر یک ویژگی ژنتیکی است، اما می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی و بیولوژیکی مانند دما، شدّت و کیفیت نور، فتوپریود، تغذیه و

[1] - *Solanum viarum*

موقعیت بذر در هنگام رشد آن بر روی گیاه مادری قرار بگیرد. خوابِ بذر فرآیندی پیچیده است که به وسیلهٔ آن گیاه جوانه‌زنی خود را با شرایط مساعد استقرار گیاهچه همزمان می‌نماید. همین‌که بذور در حال خواب، سیگنال‌های مورد نیاز را از محیط دریافت کنند (که البتّه بسته به گونهٔ گیاهی متفاوتند)، خواب برطرف شده جوانه‌زنی شروع می‌شود (برادفورد، ۲۰۰۵). علاوه بر این پدیدهٔ شکست خواب موجب منفی‌تر شدن پتانسیل آب شده در نتیجه بذر در دامنهٔ گسترده‌تری از پتانسیل آب جوانه خواهد زد. عواملی از قبیل سرما، پس‌رسی[1]، نوسانات دمایی، اسید جیبرلیک و کاهش پتانسیل آب، تغییرات رکود بذر را کنترل می‌کنند (هارته و بنچ‌آرنولد، ۲۰۰۵).

۲-۲-۱- عوامل محیطی مؤثّر بر جوانه‌زنی

۲-۲-۱-۱- دما

دما مهمترین عامل محیطی تنظیم‌کنندهٔ جوانه‌زنی است. البته در برخی گونه‌ها ممکن است که نور این نقش را ایفا کند (رن و همکاران، ۲۰۰۲). شرح و توضیح جوانه‌زنی بر اساس دما، وابسته به سه دمای اصلی کمینه[2]، بهینه[3] و بیشینه[4] است. دمای پایه (T_b)[5] یا دمای کمینه کمترین آستانهٔ دمایی است که قبل از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد. یک عامل مهم برای تفاوت‌های ذاتی بین گونه‌ای در دمای پایه، منطقهٔ جغرافیایی آن‌ها است. پراکنش در مناطق مختلف می‌تواند پاسخ‌های دمایی را با تغییر دمای پایه، تعدیل کند (گروندی و بوند، ۱۹۹۸). دمای بهینه (T_o)، دمایی است که در آن سریع‌ترین آهنگ جوانه‌زنی دیده می‌شود. دمای بیشینه (T_m)، دمایی است که در بالاتر از آن جوانه‌زنی صورت نمی‌گیرد (گارسیا و همکاران، ۱۹۸۲). رابطهٔ بین دما و جوانه‌زنی معمولاً به شکل زنگوله است. دمای بهینه در این منحنی زنگوله‌ای دمایی است نزدیک میانهٔ دامنهٔ تغییرات جوانه‌زنی بین کمترین دما و بیشترین دما، که جوانه‌زنی در آن در بالاترین مقدار است. دمای بهینه در منحنی زنگوله‌ای شکل جوانه‌زنی می‌تواند دارای محدودهٔ کم یا وسیع باشد (گروندی و همکاران، ۲۰۰۰).

تقابل بین شرایط محیطی و مرحلهٔ فیزیولوژیکی، جوانه‌زنی بذور را در خاک تنظیم می‌کند (تیلورسون، ۱۹۷۰). مثلاً در نواحی معتدل، دما مهمترین فاکتور در جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز است. دمای پائین طیّ زمستان و اوائل بهار نه تنها باعث کاهش متابولیسم در بذور بدون خواب می‌شود بلکه مانع جوانه‌زنی نیز می‌گردد. البته همین دماهای پائین، خواب را در بعضی گونه‌ها (تابستانه یکساله) کاهش می‌دهد (فورسلا، ۱۹۹۸). با آنکه دماهای متناوب در مقایسه با دماهای ثابت موجب تحریک و ترفیع جوانه‌زنی می‌گردند (هارته و بنچ‌آرنولد، ۲۰۰۵)، ولی باید در نظر داشت که یکی از شرایط بقای علف‌های هرز برای گونه‌های یکساله، جوانه‌زنی بذر علیرغم شرایط محیطی مختلف است که لزوماً ممکن است شرایط مطلوب و بهینه نباشد (باسکین و باسکین، ۱۹۸۹). به عنوان مثال، بذور مدفون شدهٔ

---

[1] - After ripening
[2] - Minimum temperature
[3] - Optimum temperature
[4] - Maximum temperature
[5] - Base temperature

سلمه‌تره در شرایط تاریکی و دماهای ثابت جوانه نمی‌زنند ولی در صورت ماندن در دماهای متناوب، جوانه‌زنی قابل ملاحظه‌ای روی می‌دهد (بومیستر و کارسن، ۱۹۹۳). به گزارش ژو و همکاران (۲۰۰۵)، بذور بدون خواب *Solanum sarrachoides* در دماهایی با دامنهٔ ۳۹-۱۹ درجهٔ سانتی‌گراد جوانه زدند، امّا متوسّط جوانه‌زنی در دماهای ۲۷ تا ۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد مشاهده شد. سرعت جوانه‌زنی با افزایش دما در دامنه‌ای از ۲۰ تا ۳۴ درجهٔ سانتی‌گراد ترقّی نمود، ولی در دماهای بالاتر کاهش یافت.

در برخی از گونه‌ها، شکسته شدن خواب فقط در بذوری که در معرض نوسانات دمایی قرار گرفته‌اند، حاصل می‌شود. رابرتز و توتردل (۱۹۸۱) برای چرخهٔ دمایی که قادر به ایجاد حساسیت به شکست خواب خواهند شد، نه ویژگی مهم را ذکر کرده‌اند که شامل تعداد این سیکل‌ها، فراوانی و وسعت آن‌ها، نسبت دمای بالاتر، نسبت دمای پایین‌تر، طول دورهٔ خروج از دماهای بالا، طول دورهٔ خروج از دماهای پایین، نسبت گرمایش[1]، نسبت سرمایش[2] و زمان انجام این چرخه‌ها برای آغاز جذب آب می‌باشند. مدارک فراوانی وجود دارد که نشان می‌دهد، هیچ‌کدام از این فاکتورها به خودی خود نقش فعّالی ندارند. برای مثال در سلمه‌تره افزایش پاسخ به شکسته شدن خواب بستگی به تغییر دامنهٔ دمایی از حدود ۲/۴ درجهٔ سانتی‌گراد به ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد دارد (مورداک و همکاران، ۱۹۸۹).

بذور برخی از یکساله‌های تابستانه، پائیز را در خوابند، زمستان خواب خود را از دست می‌دهند و تابستان شروع به سبز شدن می‌کنند. در حالی‌که یکساله‌های زمستانه این مراحل را به ترتیب در بهار، تابستان و زمستان طی می‌کنند. کارسن (۱۹۸۲)، برخی از طرح‌های اساسی و مفید برای توضیح جوانه-زنی متناوب دانهال‌های تابستانه و نیز زمستانهٔ یکساله را ارائه داد. در هر دو حالت، پدیدار شدن سطوح بالای خواب (ظهور تدریجی و به مرور زمان خواب) پس از پراکنش، توجیه کنندهٔ این حقیقت است که جوانه‌زنی در هر دمایی اتفاق نمی‌افتد. به مرور زمان که خواب جمعیت به واسطهٔ دما شکسته می‌شود، این دامنهٔ دمایی برای جوانه‌زنی نیز مناسب خواهدبود. این رویداد از طریق کاهش تدریجی در حدّاقل دمای لازم برای جوانه‌زنی، در یکساله‌های تابستانه اتّفاق می‌افتد. برعکس، افزایش تدریجی در حدّاکثر دمای لازم برای جوانه‌زنی، در یکساله‌های زمستانه، این رویداد را تسهیل می‌کند. القای مجدّد خواب در یکساله‌های تابستانه به واسطهٔ افزایش در دمای حدّاقل لازم برای جوانه‌زنی و در یکساله‌های زمستانه به واسطهٔ کاهش در دمای حدّاکثر لازم برای جوانه‌زنی اتّفاق می‌افتد. در هر دو حالت، جوانه‌زنی در مزرعه هنگامی اتّفاق می‌افتد که دمای خاک نیز به نوعی چنین دمایی را در خود داشته باشد. مثال‌هایی از این الگوی تغییر در یکساله‌های تابستانه عبارتند از: اویارسلام (باسکین و باسکین، ۱۹۸۷)، علف هفت‌بند (کورتنی، ۱۹۶۸) و علف هفت‌بند ایرانی(کارسن، ۱۹۸۰ الف و ب). برای تمامی گونه‌های مذکور (تابستانه) پیشنهاد می‌شود که دماهای پائین زمستانه باعث آغاز شکسته شدن خواب و دماهای بالای اوائل تابستان باعث القای مجدّد خواب در این گونه‌ها خواهدشد. دماهای پائین به مرور زمان قدرت جذب آب بذر را بالا برده بدینسان خواب شکسته خواهدشد.

---

[1] - Warming
[2] - Cooling

کارآیی روش‌های کنترل علف‌های هرز، مثل شخم و علف‌کش‌های پس‌رویشی تحت تأثیر زمان جوانه‌زنی است (فورسلا، ۱۹۹۳). بنابراین مطالعهٔ نیاز حرارتی لازم برای کاهش خواب بذور علف‌های هرز و تعیین زمان جوانه‌زنی برای تجهیز و طراحی استراتژی‌های کنترل علف‌های هرز مؤثّر است. باید توجّه کرد که تیمارهای دمایی، قوهٔ نامیهٔ بذور را تحت تأثیر قرار نمی‌دهند (بنچ‌آرنولد و همکاران، ۱۹۹۰ الف و ب). جوانه‌زنی در دامنهٔ دمایی وسیع و ظهور در طیّ فصل، باعث کنترل سخت‌تر علف‌های هرز می‌شود (بلو و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۲-۱-۲- نور

جوانه‌زنی بذور بر اساس حسّاسیت به نور، فتوبلاستیسم[1] نامیده می‌شود. وقتی‌که جوانه‌زنی فقط تحت شرایط نوری روی می‌دهد، فتوبلاستیک مثبت و زمانی که نور بازدارندهٔ جوانه‌زنی باشد و جوانه‌زنی فقط در تاریکی صورت گیرد، فتوبلاستیک منفی است. بذور بدون حسّاسیت به نور، هم در نور و هم در تاریکی دارای جوانه‌زنی یکسان هستند (تامپسون و گرایم، ۱۹۸۳). به گزارش چوهان و همکاران (۲۰۰۶ پ)، جوانه‌زنی بذر خاکشیرشرقی[2] توسّط نور برانگیخته شد. صرفنظر از شرایط نوری، جوانه‌زنی در بذر بالغ در شرایط نور/ تاریکی اندک (کمتر از ۲۰ درصد) بود. درصد جوانه‌زنی با زمان پس از بلوغ افزایش یافت تا به ۶۱ درصد در ۱۲ ماه پس از بلوغ رسید. در شرایط تاریکی مداوم جوانه‌زنی هرگز از ۲۱ درصد بالاتر نرفت. تحریک جوانه‌زنی توسّط نور نشان می‌دهد که بذور خاکشیر شرقی فتوبلاستیک مثبت هستند. بسیاری از گونه‌های علف‌هرز پهن‌برگ بذرریز، فتوبلاستی مثبتی را از خود نشان می‌دهند. زیادبودن جوانه‌زنی بذور خاکشیر شرقی در نور نشان‌دهندهٔ آن است که جوانه‌زنی آن در مزرعه توسّط بذور موجود در سطح خاک در حدّ مطلوبی خواهدبود.

خارج شدن از حالت خواب در بذور بسیاری از گونه‌ها مشخّصاً وابسته به نور می‌باشد (بیولی و بلک، ۱۹۸۲). شکسته شدن خواب بذور، به تیمار نوری و دیگر شرایط محیطی بستگی داشته، چراکه بلافاصله جوانه‌زنی آغاز و یا متوقّف خواهدشد (بیولی و بلک، ۱۹۸۲؛ فرانکلند و تیلورسون، ۱۹۸۳). شکسته شدن خواب به وسیلهٔ نور، وابسته به فعّالیت فیتوکروم‌ها می‌باشد. این گیرنده‌های نوری از خانوادهٔ کروموپروتئین‌ها بوده برای هر فیتوکروم، یک کروموفور مشخّص و مشترک وجود دارد که به وسیلهٔ ژن مربوطه کُدگذاری می‌شود. تمامی فیتوکروم‌ها دارای دو شکل اصلی قابل تبدیل شدن به هم می‌باشند که شامل فیتوکروم نور قرمز دور[3] (شکل فعّال) با جذب حدّاکثر طول موج‌های ۷۳۰ نانومتر و فیتوکروم نور قرمز[4] با جذب حدّاکثر طول موج‌های ۶۶۰ نانومتر می‌باشد. فیتوکروم‌ها به شکل P_r سنتز می‌شوند. نسبت جمعیت‌های رنگدانه‌ای (P) در شکل فعّال آن (P_{fr}/P_r) در یک بافت مخصوص، بستگی به نور محیط خواهدداشت. پس از این‌که نور قرمز در محیط اشباع شد، نسبت (P_{fr}/P_r) در حدود ۸۷ درصد خواهدبود.

---

[1] - Photoblastism
[2] - *Sisymbrium orientalis*
[3] - Phytochrome far red
[4] - Phytochrome red

حال آنکه پس از اشباع محیط از نور قرمز دور، این نسبت به دو درصد خواهدرسید. ثبات P_{fr}، برای درک و مشاهدهٔ سیگنال‌های محیطی، مهم می‌باشد. جوانه‌زنی بذر، بستگی به چگونگی عمل P_{fr} در طول دورهٔ انحراف (زمان رهایی)[1] خواهدداشت. هنگامی که P_{fr} نسبت به زمان رهایی دارای ثبات زیادی باشد، فقط یک ترکیب نوری مشخّص برای جوانه‌زنی کافی خواهدبود. در صورتی که اگر P_{fr} قبل از پایان دورهٔ رهایی، به سطوح غیر مؤثّر کاهش یابد، بیش از یک ترکیب نوری لازم خواهدبود (متیوس و شاروک، ۱۹۹۷).

عمقی که بذور در آن دفن می‌شوند می‌تواند روی جوانه‌زنی و ظهور دانهال‌ها اثرگذار باشد (گروندی و همکاران، ۲۰۰۰). به گزارش بنونوتی (۱۹۹۵) در عمق بیش از چهار سانتی‌متر نور بسیار کمی (کمتر از ۰/۱ درصد) از بین هر نوع خاکی عبور می‌کند، بنابراین نوسانات نوری در نزدیکی سطح خاک افزایش و در پروفیل خاک کاهش می‌یابد. این یافته نشان می‌دهد که سیستم‌های بدون شخم و شخم حدّاقل در سطح خاک باعث افزایش نسبت علف‌های هرزی که برای جوانه‌زنی به نور احتیاج ندارند می‌شوند. به گزارش ژو و همکاران (۲۰۰۵)، بذور گونه‌ای تاج‌ریزی[2] بطور مساوی تحت شرایط نور/ تاریکی و تاریکی مداوم، قادر به جوانه‌زنی بودند. در مقابل عدم جوانه‌زنی بذور شیرپنیر[3] در حضور نور توسّط چوهان و همکاران (۲۰۰۶ الف) گزارش گردید. در آزمایشی دیگر برای جوانه‌زنی بذور تاج‌ریزی سیاه که از میوه‌هایی با رنگ‌های متفاوت استخراج شده بودند، جوانه‌زنی تحت نور قرمز تحریک شد امّا نور قرمز دور موجب توقّف جوانه‌زنی گردید (کازینسی و هونیادی، ۱۹۹۰).

به نظر می‌رسد که بذور بیشتر گونه‌ها جوانه‌زنی بهتری در نور نسبت به تاریکی دارند (باسکین و باسکین، ۱۹۸۸؛ پونز، ۱۹۹۱). آندرسون و همکاران (۱۹۹۷) جوانه‌زنی ۴۲ گونه علف‌هرز را در نور در طولانی‌مدّت، در تاریکی و در تاریکی پس از یک دورهٔ کوتاه در معرض نوربودن آزمایش کردند. از ۴۲ گونهٔ آزمایش شده بذور ۲۶ گونه که در معرض نور بودند نسبت به آن‌هایی که در تاریکی نگهداشته شده بودند جوانه‌زنی بالاتری داشتند. بنابراین در بسیاری از موارد نور اندک، احتیاج نوری برای جوانه‌زنی را برآورده می‌کند.

۲-۲-۱-۳- شوری

شوری عامل محدودکننده‌ای برای جوانه‌زنی بذر است. شوری تنش غیرزندهٔ مهمّی برای گیاهان به شمار می‌رود و قادر است فرآیندهای فیزیولوژیکی مهمّی را به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان، یون‌های سدیم قادرند بافت خاک و حاصلخیزی آن را از طریق جایگزینی کلسیم و منیزیم در فرآیند تبادل آنیونی تغییر دهند که این امر موجب تنش آبی می‌گردد (دی‌توماسو، ۲۰۰۴). اکثر ارقام زراعی به تنش شوری حسّاس می‌باشند. این گیاهان به نام گلیکوفیت[4] شناخته می‌شوند. گیاهان با حسّاسیت کمتر و یا غیر حسّاس هالوفیت[5] نامیده می‌شوند. هم در گیاهان

[1] - Scape time
[2] - *Solanum sarrachoides*
[3] - *Galium tricornatum*
[4] - Glycophyte
[5] - Halophyte

هالوفیت و هم در گیاهان گلیکوفیت (بخصوص گلیکوفیت‌هایی مانند ذرّت، یونجه و جو) با افزایش مقدار نمک درصد جوانه‌زنی و سرعت ظهور دانهال‌ها کاهش می‌یابد (هیلال و همکاران، ۱۹۹۸؛ آلوس‌بک و همکاران، ۲۰۰۶).

آزمایشات زیادی بر روی مقاومت گیاهان به نمک انجام شده‌است که اکثر آن‌ها بر اساس درصد جوانه‌زنی و شاخص سرعت ظهور دانهال‌ها در یک بستر نمکی و مقایسهٔ آن با بستر بدون نمک (شاهد) است که به عنوان شاخص درجهٔ تحمّل گونه به تنش نمکی محسوب می‌شود (آلوس‌بک و همکاران، ۲۰۰۶). به گزارش فُدِرارو و آنگار (۱۹۹۷) و همچنین خان و آنگار (۱۹۹۸)، بذور علف هفت‌بند[1] که از یک منطقه با خاک شور در اُهایو جمع‌آوری شده بودند و قادر به جوانه‌زنی نبودند، پس از یک دوره استراتیفیکاسیون ۹۰ روزه، خواب خود را از دست دادند. بالاترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (فاقد شوری) و ترموپریود ۵/۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد (روز/ شب) بدست آمد و افزایش شوری و درجهٔ حرارت نامناسب، جوانه‌زنی را کاهش دادند. همچنین کاربرد اسیدجیبرلیک باعث تسهیل اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی گردید. در گزارشی دیگر، جوانه‌زنی بذر شلمی[2] به غلظت‌های کلریدسدیم نسبتاً متحمّل بود. در غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم جوانه‌زنی بیش از ۶۰ درصد و حتّی در غلظت ۱۶۰ میلی‌مولار آن نیز مقداری جوانه‌زنی (۱۱ درصد) صورت گرفت. از جوانه‌زنی در غلظت ۳۲۰ میلی‌مولار کلریدسدیم کاملاً ممانعت شد. این نتایج نشان می‌دهند که حتّی در شوری بالای خاک بخشی از بذور شلمی قادر به جوانه-زنی هستند (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶ب). بنابر تحقیق رِن‌گاسامی (۲۰۰۲)، هیچ تغییری در جوانه‌زنی بذر خاکشیر شرقی بالاتر از غلظت ۲۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (۵۱ تا ۵۳ درصد) روی نداد، امّا با افزایش بیشتر غلظت کلریدسدیم جوانه‌زنی به سرعت کاهش یافت و هیچ جوانه‌زنی در ۱۶۰ میلی‌مولار کلریدسدیم مشاهده نشد. از نتایج بدست‌آمده برمی‌آید که فقط تعداد کمی از بذور خاکشیر شرقی در خاک‌هایی با شوری بالا قادر به جوانه‌زنی هستند. همینطور زمانی که غلظت کلریدسدیم از صفر به ۳۲۰ میلی‌مولار افزایش یافت، جوانه‌زنی بذور چچمِ سخت[3] بطور خطّی کاهش یافت. جوانه‌زنی در غلظت ۴۰ میلی‌مولار بیش از ۵۰ درصد بود و مقداری جوانه‌زنی حتّی در ۱۶۰ میلی‌مولار نیز رخ داد. جوانه‌زنی توسّط ۳۲۰ میلی‌مولار کلریدسدیم کاملاً ممانعت شد و بذور چچم سخت قادر شدند حتّی در شوری بالای خاک جوانه بزنند.

توانایی بذور گیاهان هالوفیت در تحمّل‌کردن شوری در مراحل جوانه‌زنی و نمو متفاوت است. برای مثال *Atriplex patula* ، ۱۷۰ میلی‌مولار کلریدسدیم (آنگار، ۱۹۹۶) و *Tamarix pentandra* ، ۸۵۰ میلی‌مولار (آنگار، ۱۹۶۷) را تحمّل می‌کنند. در محیط‌های شور، سازگاری گیاهان به شوری در مراحل اولیهٔ گیاهچه برای استقرار گونه‌ها مهم است (آنگار، ۱۹۹۵). غالباً گیاهان در مرحلهٔ جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای در برابر شوری آسیب‌پذیرند (گاترمن، ۱۹۹۳؛ کایگل، ۱۹۹۵). با این وجود در اکثر گیاهان هالوفیت استقرار یافته، اثر تنش شوری کاهش می‌یابد (مونس، ۲۰۰۲). غلظت نمک در سطح خاک‌های

[1] - *Polygonum aviculare*
[2] - *Rapistrum rugosum*
[3] - *Lolium rigidum*

شور در طول زمان تغییر می‌کند. تبخیر مداوم آبهای زیرزمینی بتدریج باعث انباشته شدن نمک در سطح خاک می‌شود، امّا بارندگی یا آب شدن برف‌ها می‌تواند به سرعت نمک خاک را شسته، رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی بذور را تأمین کند. بنابراین برای استقرار موفّق گیاهان در محیط‌های شور، بذور گیاهان باید از طریق خواب ثانویه زنده بمانند و وقتی‌که غلظت شوری کاهش یافت جوانه بزنند (آنگار، ۱۹۹۵).

شوری از طریق تغییر در روابط آبی گیاه، عدم تعادل مواد غذایی و سمّیت یونی، مسئول بازدارندگی رشد و در نتیجه کاهش محصول است. پاسخ‌های گیاهان به تنش‌های نمکی شامل تغییر در مرفولوژی، فیزیولوژی و متابولیسم است که در گونه‌های مختلف در مراحل رشدی گوناگون دیده می‌شود (هیلال و همکاران، ۱۹۹۸). اثر بازدارندگی کلریدسدیم بر رشد، به علّت کاهش در تقسیم سلولی و جلوگیری از افزایش طول سلول است. کاهش متابولیسم و تقسیم سلولی گیاه به وسیلهٔ تجمّع یون Na^+ که باعث تغییر در تعادل یونی و بهم‌زدن تعادل مواد معدنی و در نتیجه کاهش و بازدارندگی رشد گیاه است، صورت می‌گیرد (یاسین و همکاران، ۱۹۸۷). پتانسیل کمِ آب داخلی می‌تواند بازدارندهٔ فعّالیت آنزیم‌های بذر باشد و نموّ ریشه‌چه و ظهور آن را به تأخیر اندازد (آلوس‌بک و همکاران، ۲۰۰۶). بذرهای کوچک با سرعت بیشتری آب جذب می‌کنند و در نتیجه کمتر تحت تأثیر سطوح مختلف شوری هستند و ریشه در آن‌ها رشد بیشتری دارد (یاسین و همکاران، ۱۹۸۷).

بسیاری از مناطق شور به دلیل مشکلات استقرار گیاهان، برای سال‌ها بدون پوشش گیاهی باقی می‌مانند. در محیط‌های شور، بذور معمولاً در معرض تنش حرارتی، شوری و خشکی بطور توأم با یکدیگر قرار می‌گیرند که سبب مرگ و میر بالای آن‌ها می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد که استقرار اولیهٔ گونه‌ها در زیستگاه‌های شور با واکنش جوانه‌زنی بذرها به رژیم شوری و درجهٔ حرارت بستگی دارد و معمولاً سطح این واکنش است که تعیین می‌کند چه گونه‌ای تا رسیدن به بلوغ زایشی بقا می‌یابد (ابراهیمی، ۱۳۸۹). دما و شوری در کنترل جوانه‌زنی تأثیر متقابل دارند. خان و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که جوانه‌زنی بذور *Salicornia rubra* بطور معنی‌داری در تناوب دمایی ۲۵ تا ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد در غلظت ۶۰۰ و ۸۰۰ میلی‌مولار بالا بود. در دمای بالا و شوری زیاد، سرعت جوانه‌زنی گونه‌ای علف‌شور[1] بطور معنی‌داری کاهش یافت (خان و آنگار، ۱۹۹۷). فیلیپوپالای و آنگار (۱۹۸۴) جوانه‌زنی بهینه (۴۳ درصد) بذور *Salicornia europea* را در دمای ۵ تا ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد در غلظت ۸۶۰ میلی‌مولار در مقایسه با (دو درصد) جوانه‌زنی در سایر دوره‌های دمایی دیگر، گزارش کردند. به گزارش خان و گلزار (۲۰۰۲)، بذور *Sporobolus ioclados* در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد و در غلظت ۵۰۰ میلی‌مولار دارای ۱۸ درصد جوانه‌زنی بودند.

بذور گیاهان هالوفیت قادر هستند که قوّهٔ نامیهٔ خود را در طول دوره‌ای که در معرض شرایط شوری بالا قرار می‌گیرند، حفظ نمایند و بعد از اینکه شوری کاهش یافت، مجدّداً جوانه بزنند (کیفر و آنگار، ۱۹۹۵)، هرچند که ظرفیت بازیابی[2] گیاهان هالوفیت در مورد شوری متفاوت است (خان و آنگار، ۱۹۹۷ الف). خان و همکاران (۲۰۰۲) بذور *Salsola iberica* را بعد از ۲۰ روز، از محلول‌های شور به آب

[1] - *Salsola iberica*
[2] - Recovery

مقطّر انتقال دادند و مشاهده کردند که درصد جوانه‌زنی بذور بازیابی شده با افـزایش در غلظـت شـوری و دما کاهش یافت. بذور تاغ[1] در آزمایش بازیابی در درجه حرارت‌های پائین و متوسّط و در آب مقطّر، ۴۰ تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی داشتند (خـان و همکـاران، ۲۰۰۳). آزمـایش بازیـابی هالوفیـت‌هـای یکـساله ماننـد *Salicornia europea* ، *Spergularia marina* ، *Suaeda depressa* و *Suaeda linaris* بعد از خیساندن بذور برای ۳۰ روز در غلظت ۸۵۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، نشان داد که تنها عامل محدودکنندهٔ جوانه‌زنـی بذور گونه‌های فوق، پتانسیل اسمزی می‌باشد (آنگار، ۱۹۹۵).

۲-۲-۱-۴- خشکی (پتانسیل ماتریک)

برای آغاز جوانه‌زنی، بذر باید به یک حدّ ظرفیـت آبـی کـافی برسـد. جوانـه‌زنـی یـک فرآینـد سـه مرحله‌ای است. مرحلهٔ اول، تورّم یا جذب سریع آب از خاک بر اسـاس فـشار ماتریـک بـین خـاک و بـذر می‌باشد. دومین مرحله، ظهور جوانه است که هم‌زمان با جذب آب آغاز می‌شود. مرحلهٔ سوم، رشد دانهـال است که با جذب آبِ بیشتر، رشد ریشه‌چه و آشکارشدن آن از بین پوسته آغاز مـی‌شـود (بیـولی و بلـک، ۱۹۷۸). تغییر در پتانسیل آب، خاصیت تگومان (پوشه) بذر را بطور متوسّـط تغییـر مـی‌دهـد و پتانـسیل پائین آب موجب پائین آمدن محتوای آب تگومان بـذر و در نتیجـه انتـشار آب بـه بیـرون بـذر مـی‌شـود (هاداس، ۱۹۷۶). بنابراین کاهش جذب آب توسّط بذر، فعّالیت‌های آنزیمی را کاهش می‌دهد که منجر بـه تأخیر افتادن فرآیندهای نموّی می‌شود. پتانسیل آب بذر در شرایط خشک کمتر از شرایط عـادی اسـت و در این شرایط نبودن آب مهمترین دلیل کاهش جوانه‌زنی می‌باشد (روبرتز و الیس، ۱۹۸۹)، همچنان کـه در موقعیت‌های با رطوبت بالا، فقدان اکسیژن یا نداشتن توانـایی در از بـین بـردن فرآینـدهای حاصـل از تخمیر، جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (هال و همکاران، ۱۹۸۸). آب بطور مـستقیم بـه عنـوان یـک آغازگر در جوانه‌زنی بذور و غیر مستقیم در بقیهٔ فرآیندهای متابولیتی مطـرح اسـت. آب در واکـنش‌هـای آنزیمی، حلّالیت متابولیت‌ها، انتقال آن‌ها (به عنـوان یـک معـرّف) و در تجزیـهٔ هیـدرولیکی پـروتئین‌هـا، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها در بافت ذخیره‌ای بذر دخالت دارد. رطوبت خاک، هـم زمـان جوانـه‌زنـی و هـم تعداد دانهال‌های ظاهرشدهٔ علف‌هرز را تحت تأثیر قرار مـی‌دهـد (رومـو و هفرکمـپ، ۱۹۸۷). تـنش آب، سرعت و درصد جوانه‌زنی را بسته به گونهٔ گیاهی تغییر می‌دهد (آلوس‌بک و همکاران، ۲۰۰۶).

باتوجّه به اینکه در اکثر موارد بافت‌های گیـاهی واکـنش‌هـای مناسـبی در محـیط‌هـای مـصنوعی پتانسیل آب (مانند نمک و شکر) نشان نمی‌دهند و با دخالت در تغذیهٔ بافت‌ها، پتانسیل اسمزی را تعدیل می‌کنند، توجّه به سمت موادّی با جرم مولکولی بالا که نقشی در تغذیهٔ بافت‌ها نداشته و جذب نمی‌شوند، جلب شده‌است. در میان مواد با جرم مولکولی بالا، پلی‌اتیلن‌گلایکـول (PEG)[2] بـه دلیـل ایجـاد محلـولی دارای شرایط طبیعی، بیشترین کاربرد را پیدا کرده‌است. پلی‌اتیلن‌گلایکول یک مادّهٔ شـیمیایی غیرسـمّی، لزج و چسبناک است که موقعیّت استانداردی از تنش آبی را شبیه‌سازی می‌کند. این مادّه بـه میـزان کـم

[1] - *Haloxylon recurvum*
[2] - Poly Ethylene Glycol (PEG)

اجازهٔ ورود اکسیژن به بذر را می‌دهد. بنابراین تنش آبی و کمبود اکسیژن با هم باعث کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود (آلوس‌بک و همکاران، ۲۰۰۶).

تقابل بین آب و نمک در جوانه‌زنی بذور توسّط آلوس‌بک و همکاران (۲۰۰۶) بررسی شد. آن‌ها نشان دادند که با افزایش نمک‌های محلول، پتانسیل آبِ خاک کاهش می‌یابد و بنابراین از جذب آب بوسیلهٔ بذور گیاهان جلوگیری می‌شود. همچنین بیان کردند که عموماً تنش‌های نمکی اثر بیشتری روی جوانه‌زنی بذور نسبت به محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول، در یک پتانسیل اسمزی مشابه دارند.

به گزارش چوهان و همکاران (۲۰۰۶ ب)، هنگامی که پتانسیل اسمزی از صفر تا منفی یک مگاپاسکال افزایش یافت، جوانه‌زنی بذر شلمی کاهش یافت. جوانه‌زنی نزدیک ۲۲ درصد در پتانسیل اسمزی منفی یک مگاپاسکال نشان می‌دهد که بذر شلمی قادر به جوانه‌زنی در شرایط بالای تنش آبی است. در آزمایشی دیگر، هنگامی که پتانسیل اسمزی از صفر تا منفی یک مگاپاسکال افزایش یافت، جوانه‌زنی بذور چچم سخت به صورت خطّی کاهش یافت. حتّی در پتانسیل اسمزی منفی یک مگاپاسکال، تقریباً هشت درصد بذور جوانه‌زدند. بطور کلّی از جوانه‌زنی بذور چچم سخت، تحت شرایط تنش آبی ممانعت شد. این قبیل شرایط از لحاظ زمانی می‌توانند بین بارندگی‌ها در آغاز فصل رشد در استرالیای جنوبی روی دهند (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶ ت).

پتانسیل اسمزی و دما در کنترل جوانه‌زنی تأثیر متقابل دارند. به گزارش نورس‌وُرثی و الیویرا (۲۰۰۵)، بذور *Cassia occidentalis* در دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد و پتانسیل اسمزی ۰/۴- مگاپاسکال، قادر به جوانه‌زنی نبودند در حالیکه در همین پتانسیل اسمزی ۱۵ درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد صورت گرفت. تامادو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که بذور *Parthenium hysterophorus* در پتانسیل اسمزی کمتر از ۰/۵۲- مگاپاسکال در دمای ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی نبودند. بلک‌شاو و همکاران (۲۰۰۲) تأثیر دمای خاک و رطوبت خاک را روی سبز شدن بذور علف‌هرز غربیلک[1] مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که با کاهش میزان رطوبت خاک، سبز شدن بذور غربیلک کاهش یافت. اثر متقابل بین خاک خشک و سرد بیشترین تأثیر را در کاهش سبز شدن بذور غربیلک داشت، بطوریکه در سطوح رطوبت خاک ۰/۰۳- ، ۰/۲۸- ، ۰/۵۳- ، ۰/۷۸- ، ۱/۰۳- و ۱/۵۳- مگاپاسکال، سبز شدن گیاهچه‌های غربیلک به ترتیب برابر با ۷۸، ۶۴، ۶۱، ۴۰، ۳۸ و ۱۱ درصد در دمای ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود. سرعت سبز شدن گیاهچه‌های غربیلک در سطوح مختلف رطوبت خاک نسبت به دمای خاک، کمتر تحت تأثیر قرار گرفت.

جوانه‌زنی علف‌های هرز در دامنهٔ وسیعی از پتانسیل اسمزی نشان می‌دهد که علف‌های هرز می‌توانند تحت شرایط تنش خشکی به عنوان خطری بزرگ مطرح باشند (ناندولا و همکاران، ۲۰۰۶) و زهکشی خوب می‌تواند ابزاری برای کنترل علف‌های هرز باشد.

[1] - *Lamium amplexicaule*

۲-۲-۱-۵- اسیدیته

اثر اسیدیته بر توانایی جوانه‌زنی بذور در گیاهان مختلف، متفاوت است. تعدادی از گونه‌ها در محیط اسیدی جوانه‌زنی بهتری داشته، گروهی محیط قلیایی یا خنثی را می‌پسندند و برخی دیگر به این مورد واکنشی نشان نمی‌دهند (پیرس و همکاران، ۱۹۹۹). مهمترین اثر اسیدیته این است که فراهمی عناصر غذایی را در خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد. در اسیدیته‌های خیلی پائین، عناصری مانند کلسیم، فسفر و پتاسیم از خاک شسته می‌شوند و یا به شکل غیرمحلول در خاک وجود دارند. در اسیدیته‌های بالا ممکن است که خاک دچار کمبود فسفر، آهن، منگنز و سایر عناصر ریزمغذّی گردد (سیبر، ۱۹۷۶). لِیسی و لاین (۱۹۹۴) دریافتند که اسیدیته‌های بالای ۸/۵ برای تعداد کلّ بذور جوانه‌زده و بقای گیاهچه زیان‌آور است. در اسیدیتهٔ ۱۰، جوانه‌زنی به مقدار پائینی صورت می‌گیرد و بقای گیاهچه بعد از دو هفته به صفر می‌رسد. بطور کلّی، گیاهان می‌توانند دامنهٔ اسیدیتهٔ محیط، در محدودهٔ چهار تا هشت را تحمّل کنند (آرنون و جانسون، ۱۹۴۲).

جوانه‌زنی علف‌های هرز در اسیدیته‌های مختلف نشان‌دهندهٔ آن است که اسیدیته عامل بازدارندهٔ جوانه‌زنی در اغلب خاک‌ها نیست (چاچالیس و ردی، ۲۰۰۰). جوانه‌زنی شلمی در دامنهٔ اسیدیتهٔ چهار تا ۱۰ بیش از ۷۶ درصد بود. همینطور گزارش شده‌است که بذر خاکشیر تلخ[1] در دامنهٔ گسترده‌ای از اسیدیته جوانه می‌زند (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶ ب). جوانه‌زنی خاکشیر شرقی نیز در دامنهٔ اسیدیتهٔ چهار تا هفت بیش از ۵۰ درصد بود و حداکثر جوانه‌زنی (۶۰ تا ۷۱ درصد) در اسیدیتهٔ هفت تا نُه دیده‌شد (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶ پ). در یک بررسی دیگر، جوانه‌زنی کلم اروپائی[2] توسّط اثر متقابل بین نور و اسیدیته، تحت تأثیر قرارگرفت. این اثر متقابل بطور عمده‌ای ناشی از تشابه جوانه‌زنی بین شرایط نور/ تاریکی و تاریکی مداوم در اسیدیتهٔ ۶/۳ و هفت بود، امّا در سطوح پائین‌ترِ اسیدیته، جوانه‌زنی بیشتر در تاریکی صورت گرفت (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶ الف). تغییر در اسیدیتهٔ خاک می‌تواند جوانه‌زنی چچمِ سخت را تحت تأثیر قرار دهد. جوانه‌زنی چچمِ سخت در دامنهٔ اسیدیتهٔ شش تا هشت بیش از ۶۵ درصد بود. زمانی که اسیدیته خارج از این محدوده بود، کاهش در جوانه‌زنی روی‌داد. به هرحال، ۴۸ و ۵۸ درصد بذور چچمِ سخت در اسیدیتهٔ چهار و ۱۰ جوانه زدند (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶ ت). جوانه‌زنی علف‌های هرز در دامنهٔ وسیعی از اسیدیته، باعث پراکنش گستردهٔ آن‌ها و ایجاد آلودگی در مناطق مختلف می‌شود (ناندولا و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۲-۱-۶- عمق دفن بذر

چرخه‌های سالیانه که به لحاظ فیزیولوژیکی مبتنی بر خواب آزادشده و القاءشده هستند، در طول یک سال در بذور دفن‌شدهٔ تعدادی از گیاهان یکساله در دو محیط معتدل و گرمسیری رخ می‌دهند (بومیستر، ۱۹۹۰؛ مورداک، ۱۹۹۸). جوانه‌زنی بذور در مواقعی که خواب اندک است یا وجود ندارد، روی می‌دهد. بذور بدون خواب برای جوانه‌زنی نیازمند رطوبت و دماهای متناوب هستند (بومیستر، ۱۹۹۰).

[1] - *Sisymbrium irio*
[2] - *Brassica tournefortii*

سبز شدن گیاهچه توسّط عوامل زیادی از جمله شرایط هوا و خصوصیات خاک تحت تأثیر قرار می‌گیرد (بنوِنوتی و همکاران، ۲۰۰۱). اگرچه بذور مختلف توانایی جوانه‌زنی از عمق‌های مختلف را دارند ولی عمق دفن بذر بطور معنی‌داری ظهور دانهال‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ناندولا و همکاران (۲۰۰۶) دریافتند که جوانه‌زنی علف‌های هرز تحت تأثیر مقدار غذای ذخیره شده در بذر و عمق دفن در خاک است. به نظر منان و نگوجیو (۲۰۰۶)، رفتار سبز شدن گیاهچهٔ بذور با افزایش عمق، ممکن است به انرژی اندوخته‌های بذری ربط داشته باشد. اگرچه دفن عمیق بذر در بعضی گونه‌های علف‌هرز باعث القای خواب می‌شود (بنونوتی و همکاران، ۲۰۰۱)، با این حال ظهور دانهال علف‌های هرز از دامنهٔ گسترده‌ای از عمق‌های صفر تا ۱۵ سانتی‌متر گزارش شده‌است (بالیان و بان، ۱۹۸۶).

اندازه و میزان اندوختهٔ بذر بر توانایی جوانه‌زنی و الگوی نهایی سبز شدن بذور علف‌های هرز تأثیرگذار است، بطوری که در میان جمعیت یک گونهٔ علف‌هرز در یک نقطهٔ جغرافیایی، امکان تفرّق صفاتِ اندازه و اندوختهٔ بذر وجود دارد و این یک صفت مثبت برای ماندگاری خصوصیت علف‌هرز بودن[1] گیاه نسبت به بذور تقریباً همدست گیاهان زراعی است. نقش محیط مادریِ توده‌های مختلف یک علف‌هرز می‌تواند سبب تفرّق صفات بین توده‌ای و درون توده‌ای بذر گردد و تفرّق صفات درون توده‌ای از جمله اندازه و وزن بذر یک توده، موجب جوانه‌زنی غیر یکنواخت و موجی می‌شود (مولس و وستوبی، ۲۰۰۴).

به گزارش چوهان و همکاران (۲۰۰۶ب)، جوانه‌زنی گیاهچهٔ شلمی تحت تأثیر عمق دفن قرار گرفت. درصد نهایی سبز شدن گیاهچه که بین صفر تا ۶۰ درصد قرار داشت، به عمق دفن وابسته بود. ابتدا سبز شدن گیاهچه با دفن سطحی افزایش یافت، امّا سپس با افزایش عمق دفن بذر به سرعت کاهش یافت. درصد سبز شدن گیاهچه برای بذور دفن شده در یک سانتی‌متری بیشتر بود (۶۰ درصد) و در پی آن در بذور دفن شده در دو سانتی‌متری ۴۱ درصد بود. تنها چهار درصدِ بذور از عمق چهار سانتی‌متری سبز شدند، در حالی که هیچ گیاهچه‌ای از عمق پنج سانتی‌متری سبز نشد. در گزارشی دیگر، سبز شدن گیاهچهٔ خاکشیر شرقی برای بذوری که در سطح خاک قرار داشتند حدّاکثر بود (۷۰ درصد) و به سرعت با افزایش عمق دفن کاهش یافت. هیچ گیاهچه‌ای از بذور دفن شده در عمق یک سانتی‌متری، سبز نشد. در پایان فصل رشد، ۷۷ تا ۷۸ درصد فساد بذر و ۱۲ تا ۱۸ درصد خواب در بین عمق‌های مختلف دفن بذر بطور یکسان وجود داشت (چوهان و همکاران، ۲۰۰۶پ). بر اساس گزارش دیگری از چوهان و همکاران (۲۰۰۶ت)، سبز شدن گیاهچهٔ چچم توسّط عمق دفن تحت تأثیر قرار گرفت. سبز شدن نهایی گیاهچه در مزرعه که بین صفر تا ۴۹ درصد بود، به عمق دفن بذر وابسته بود. در این مورد نیز سبز شدن گیاهچه ابتدا با دفن سطحی و کم شدن عمق افزایش یافت، امّا سپس با افزایش عمق دفن بذر به سرعت کاهش یافت. سبز شدن گیاهچه برای بذور دفن شده در عمق یک سانتی‌متری (۴۹ درصد) در بیشترین حد بود و بعد از آن بذور دفن شده در عمق دو سانتی‌متری (۴۴ درصد) بیشترین سبز شدن را دارا بودند. سبز شدن گیاهچه برای بذور قرار گرفته در سطح خاک ۱۶

[1] - Weediness