

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف‌هرز

شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

Investigation of some ecophysiological aspects of licorice

(*Glycyrrhiza glabra*) rhizomes

نوشین نظام‌آبادی^{۱*}، حمید رحیمیان مشهدی^۱، اسکندر زند^۲ و حسن محمد علیزاده^۱

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

۲- بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران

(تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۴، تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۵)

چکیده

کنترل علف‌های هرز چند ساله بدلیل سیستم زیرزمینی گسترده بسیار دشوار است. در این پژوهش که در سال‌های ۸۳-۱۳۸۱ صورت گرفت، عوامل اکوفیزیولوژیکی مؤثر بر جوانه‌زنی و کاهش جوانه‌زنی ریزوم علف‌هرز شیرین‌بیان بصورت آزمایش‌های جداگانه در خزانه و آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ریزوم‌ها در دمای پایین‌تر از ۶ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند و ریزوم‌ها برای جوانه‌زنی به حداقل ۱۵۴ درجه- روز نیاز داشتند. نیاز حرارتی کل نیز از ۵۰ درصد جوانه‌زنی تا برداشت ۳۵۴۹ درجه- روز تعیین شد. نتایج آزمایش کنترل جوانه‌زنی بوسیله یخ آب در چهار سطح دمای انجماد ۰، -۳، -۵ و -۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت خاک در سه سطح ظرفیت زراعی، غرقاب و خشک در ۴ تکرار نشان داد که غرقاب در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد منجر به کاهش جوانه‌زنی شد و ریزوم‌ها در دمای -۳ درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر از آن در تمامی سطوح رطوبت خاک جوانه نزدند. در آزمایش تنش خشک‌شدگی در شرایط آزمایشگاهی، ریزوم‌هایی که ۱۰ روز در دماهای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

* Corresponding author: Nezamabadi_n@yahoo.com

و بالاتر قرار گرفتند، جوانه نزدند. در کل نتایج این پژوهش نشان داد که امکان کنترل جوانه‌زنی ریزوم شیرین‌بیان با استفاده از روش‌های فیزیکی بصورت آزمایشگاهی وجود دارد. **واژه‌های کلیدی:** شیرین‌بیان، جوانه‌زنی ریزوم، دماهای انجماد، خشک‌شدگی، روش‌های فیزیکی.

مقدمه

بیش از نیمی از مشکل‌سازترین علف‌های هرز دنیا بصورت رویشی و با استفاده از اندام‌های زیرزمینی، تکثیر می‌یابند (Holm *et al.*, 1977). در مدیریت علف‌های هرز چند ساله، شناخت ویژگی‌های اندام‌های زیرزمینی از اهمیت خاصی برخوردار است. شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) گیاه چندساله‌ای از طایفه Astragaleae، زیر تیره Papilionaceae و تیره Fabaceae می‌باشد که اگر چه در بسیاری از کشورها به عنوان یک گیاه دارویی کشت و کار می‌شود ولی در دیم‌زارهای استان‌های کرمانشاه، ایلام، فارس و بعضی مزارع مرکزی ایران مانند اصفهان و اراک (Mirkamali, 1995) به عنوان یک علف‌هرز مشکل‌ساز در مزارع گندم و نخود (Robson *et al.*, 1991) معرفی شده است. *G. glabra* L. گونه غالب شیرین‌بیان در ایران است که علاوه بر بذر بوسیله ریزوم نیز تکثیر می‌شود. ریزوم‌های این گیاه با داشتن جوانه‌های متعدد و اندوخته کافی، قدرت زیادی برای تکثیر فراوان و تولید گیاهان جدید دارند. بررسی عوامل محرک و یا بازدارنده رشد اندام‌های زیرزمینی را می‌توان با دانش اکوفیزیولوژی گیاهی مورد بررسی قرار داد و کمی نمود (Holt, 1991). اندام‌های زیرزمینی نیز همانند بذور برای جوانه‌زنی به حداقل درجه حرارت نیاز دارند، این درجه حرارت را صفر بیولوژیکی و یا درجه حرارت پایه می‌گویند. گیاهان همچنین برای طی مراحل رشدی خود به مجموع درجه حرارتی نیاز دارند که آن را ضریب حرارتی می‌نامند. برای محاسبه ضریب حرارت از روش درجه-روز یا GDD^1 استفاده می‌شود که مجموع میانگین درجه حرارت‌های بالاتر از صفر بیولوژیکی است (Holt & Orcutt, 1996). (Soterre *et al.* (1996) در پژوهش‌های

1- Growing Degree Days

آزمایشگاهی نتیجه گرفتند، ریزوم علف هرز مرغ (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) در دمای کمتر از ۷ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند. دمای پایه محاسبه شده برای جوانه‌زنی ریزوم مرغ ۷/۷۱ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. در بررسی اثر درجه حرارت بر تندش بذر شیرین بیان (Ghadiri & Bagherani, 2000) گزارش نمودند که بذره‌های این گیاه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند. نیاز حرارتی مرغ برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی و سبز شدن ۴۸ و ۳۸۶ درجه-روز (بر اساس میانگین دمای هوا) تعیین شد (Soterre et al., 1996). گیاهان تولید شده از ریزوم و بذر شیرین بیان اکوتیپ‌های استان فارس و کرمانشاه دوره رشدی خود را طی ۱۷۵ و ۲۰۴ روز پس از سبز شدن^۱ طی نمودند و بر این اساس نیاز حرارتی این گیاهان حدود ۲۲۱۲ و ۲۳۶۵ درجه-روز بود (Rahimian Mashhadi, 2005). (GDD, Donald (2000) شروع رشد جوانه‌های ریشه چندساله کنگروحشی (*Cirium arvensis* (L.) Scop.) از خاک را ۱۹۷ درجه-روز و GDD رسیدن به ۸۰ و ۹۰ درصد سبز شدن آن را حدود ۵۸۷ و ۶۴۷ درجه-روز محاسبه کرد. (Rahimian Mashhadi (2005) مشاهده کردند که پس از رویش بوته‌های حاصل از قطعات ریزوم شیرین بیان، ابتدا رشد اندام‌های هوایی تحریک شد و پس از رسیدن گیاه به مرحله ۷-۵ برگی القای ریشه‌دهی در ریزوم‌های شیرین بیان انجام گرفت. Chacellor (1967) رشد مجدد ریزوم‌های هفت‌بند (*Polygonum amphibium* L.) کشت شده در انگلستان را معمولاً در اواسط فروردین ذکر می‌کند. بر اساس نظر این پژوهشگر خروج شاخ و برگ از سطح خاک در اوایل اردیبهشت و ایجاد ریزوم‌های جدید در ماه‌های خرداد و تیر آغاز شد. حداکثر رشد و ذخیره مواد غذایی ریزوم‌ها طی ماه‌های مرداد و شهریور روی داده، در پاییز اندام‌های هوایی از بین رفت و اندوخته ریزوم‌های باقیمانده درون خاک در بهار سال بعد صرف تولید بافت‌های جدید شد. در برخی مناطق از غرقاب برای کنترل علف‌های هرز علفی چندساله استفاده می‌شود. این عمل از طریق محروم کردن علف‌های هرز از اکسیژن، آنها را کنترل می‌کند. قیاق (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)، تلخه (*Acroptilon repens* (L.) D.C.) و از مک (*Cardaria draba* (L.) Desv.) طی یک تا دو ماه غرقاب در فصل تابستان کنترل شدند

۱- Emergence

(Radosevich *et al.*, 1997). غرقاب ریشه‌های کنگر وحشی به مدت ۲ روز، بر جوانه‌زنی آنها تأثیر معنی‌داری نداشت، اما سبب شد جوانه‌زنی ریشه‌ها دیرتر شروع شود. غرقاب به مدت ۱۲ و ۱۶ روز سبب کاهش شدید جوانه‌زنی و ۳۰ روز غرقاب سبب توقف جوانه‌زنی شد (Hamdoun, 1972). تیمار ریزوم‌های بیدگیاه (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) با دماهای زیر صفر نیز به عنوان یک روش کنترل این ریزوم‌ها استفاده می‌شود (Dunham *et al.*, 1956). ریشه‌های کنگر وحشی در شرایط آزمایشگاهی بعد از ۸ ساعت، در دمای ۶- و ۸- درجه سانتی‌گراد از بین رفتند (Hamdoun, 1972). به گزارش Dunham *et al.* (1956) دمای ۷- درجه سانتی‌گراد قادر به از بین بردن ریزوم‌های مرغ روی سطح خاک شد. در حالی که ریزوم‌های درون خاک تا دمای ۱۷- درجه سانتی‌گراد زنده ماندند. در شرایط آزمایشگاهی جوانه‌های ریزوم قیاق در دمای ۳- یا ۵- درجه سانتی‌گراد از بین رفتند، اما وقتی این ریزوم‌ها در خاک مدفون شدند، تا دمای ۹- درجه سانتی‌گراد نیز زنده ماندند (Stoller, 1977). در بررسی تأثیر یخ آب، Yeo & Dow (1978) از بین رفتن بذور علف هرز *Eleocharis coloradoensis* را در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد و غرقاب به مدت ۱۴ روز، تأیید کردند. Webster (2003) در بررسی تأثیر دمای بالا بر جوانه‌زنی غده اویارسلام (*Cyperus* spp.) مشاهده کرد که اویارسلام زرد (*C. esculentus* L.) نسبت به گونه ارغوانی (*C. rotundus* L.) به دمای بالا حساسیت بیشتری دارد. ۵۰ درصد غده‌های اویارسلام زرد وقتی که در دماهای ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب به مدت ۳۰، ۶ و ۰/۳ ساعت قرار گرفتند، از بین رفتند. در حالی که ۵۰ درصد غده‌های اویارسلام ارغوانی در همان تیمار دمایی به مدت ۷۱، ۲۳ و ۸/۱ ساعت از بین رفتند. Boose & Holt (1999) نشان دادند که خشک‌شدگی بصورت قرار دادن ریزوم *Arundo donax* L. در آون ۳۰ درجه سانتی‌گراد، طی یک هفته سبب کاهش شدید جوانه‌زنی این اندام‌ها شد. Nezamabadi *et al.* (2005) گزارش کردند جوانه‌زنی ریزوم‌های نازک (وزن مخصوص ۰/۰۵ تا ۰/۴ g/cm) و قطور (وزن مخصوص ۰/۴۱ تا ۱/۶ g/cm) شیرین‌بیان پس از ۳۶ و ۴۸ ساعت خشک‌شدگی در برابر هوای معمولی (رطوبت نسبی ۲۴ درصد و دمای ۲۹-۳۶ درجه سانتی‌گراد)، متوقف گردید.

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

در این پژوهش دمای پایه و نیاز حرارتی (GDD) جوانه‌زنی^۱ ریزوم‌های شیرین بیان، فنولوژی رویش و آغاز تولید ریزوم و تخصیص منابع در اندام‌های این گیاه در خزانه و تأثیر عوامل اکوفیزیولوژیکی محدود کننده جوانه‌زنی ریزوم‌ها به منظور امکان کنترل ریزوم‌های این گیاه شامل خشک‌شدگی و یخ آب در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

ریزوم شیرین بیان از مزرعه تحقیقاتی مؤسسه اصلاح چغندر قند در کمال‌آباد و مزارع مراکز تحقیقات استان‌های فارس و کرمانشاه جمع‌آوری شد. ریزوم‌ها، شسته و با بنومیل^۲ ۰/۵ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی و با آب مقطر استریل شستشو و دو هفته در سردخانه با دمای ۴-۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

به دلیل شباهت ظاهری ریشه و ریزوم شیرین بیان و به منظور توانایی تشخیص این دو اندام زیرزمینی از همدیگر، برش‌های عرضی از این دو اندام تهیه و پس از رنگ‌آمیزی زیر میکروسکوپ، مورد بررسی مقایسه‌ای قرار گرفتند. روش رنگ‌آمیزی بدین صورت بود که بافت‌ها ۱۵ دقیقه در سدیم هیپوکلریت ۱۰ درصد، قرار گرفت تا بی‌رنگ شود. سپس سه مرتبه با آب مقطر و یک بار هم با استیک اسید شسته شد. به منظور رنگ‌آمیزی بافت‌های مرده گیاهی از محلول سبزید^۳ به مدت ۳ ثانیه استفاده شد و پس از سه بار شستشو با آب مقطر به مدت ۵ دقیقه در محلول کارمن زاجی^۴ به منظور رنگ‌آمیزی بافت‌های زنده قرار گرفت و سپس شستشو داده شده و بر روی لام و لامل قرار گرفت و زیر میکروسکوپ بررسی شد.

برای تعیین دمای پایه جوانه‌زنی جوانه‌های ریزوم شیرین بیان، ۱۰ ریزوم با اندازه یکسان (حدود ۱/۵ گرم وزن تر و طول ۷ سانتی‌متر) در ۴ تکرار بصورت طرح کاملاً تصادفی، در شرایط مناسب جوانه‌زنی (۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد) در ژرمیناتور تحت

۱- Germination

۲- Benzimidazole, Benomyl

۳- Iodine green

۴- Carmin

تیمارهای ۵، ۸، ۱۱، ۱۴ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و درصد جوانه‌زنی هر یک از تیمارها اندازه‌گیری شد. ریزوم‌ها تا مدت زمانی که دیگر احتمال جوانه‌زنی نمی‌رفت (حداکثر دو ماه)، در ژرمیناتور قرار گرفتند. جوانه‌زنی هر یک از تیمارها از شاخص‌های درصد جوانه‌زنی روزانه^۱ (GPD) (معادله ۱) و سرعت جوانه‌زنی^۲ (GRI) (معادله ۲) محاسبه شد (Holt & Orcutt, 1996).

(معادله ۱)

$$\text{درصد جوانه‌زنی کل} = \frac{\text{درصد جوانه‌زنی روزانه}}{\text{مدت زمانی که جوانه‌زنی تکمیل شده (روز)}}$$

(معادله ۲)

$$\text{GRI} = \frac{\text{G1/T1} + \text{G2/T2} + \dots + \text{Gn/Tn}}{\%G}$$

G₁ تعداد بذره‌های جوانه زده در T₁، T₁ تعداد روزهای کشت تا اولین شمارش جوانه زنی، G₂ تعداد بذره‌های جوانه‌زده بین T₁ و T₂، T₂ تعداد روزهای کشت تا شمارش دوم (Holt & Orcutt, 1996) می‌باشد. برای بررسی مراحل رشد و زمان آغازش ریزوم در گیاه شیرین‌بیان تکثیر شده از طریق قطعات ریزوم، ریزوم‌هایی به طول ۱۰ سانتی‌متر از سه اکوتیپ کرج، فارس و کرمانشاه، جمع‌آوری شدند و در دی ماه ۱۳۸۲ بصورت طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار، در خزانه علف‌های هرز مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی کشت شدند. زمان رویش بوته‌ها یادداشت و بوته‌های سبز شده شماره‌گذاری شدند. عملیات آبیاری هر ۴ روز یکبار و به طور یکسان برای تمام تیمارها صورت گرفت. از هفته سوم تا بیست و چهارم سبز شدن شیرین‌بیان (هر سه هفته یکبار)، تمامی قسمت‌های هوایی و زیرزمینی ۴ بوته به صورت تصادفی از خزانه برداشت و به آزمایشگاه منتقل و وزن خشک شاخ و برگ، ریشه،

۱- % Germination Per Day

۲- Germination Rate Index

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

ریزوم مادری و ریزوم جدید، تعیین شد. به منظور تعیین نیاز حرارتی سبز شدن ریزوم‌های شیرین بیان از خاک، درجه- روز رشد از ابتدای کاشت ریزوم‌ها در خاک تا ۵۰ درصد سبز شدن ریزوم‌ها با استفاده از معادله ۳ محاسبه شد (Soterre et al., 1996). برای محاسبه نیاز حرارتی گیاه از آمار هواشناسی ۲۰ سانتی متری عمق خاک و درجه حرارت هوا در سال ۸۳-۱۳۸۲ تهران استفاده شد. مقدار دمای پایه نیز از آزمایش تعیین دمای پایه جوانه‌زنی ریزوم شیرین بیان استفاده شد.

(معادله ۳)

$$\text{دمای پایه جوانه‌زنی} = \sum \frac{(\text{درجه حرارت حداقل} + \text{درجه حرارت حداکثر})}{2} - \text{نیاز حرارتی}$$

به منظور بررسی تأثیر تنش یخ‌زدگی در سطوح مختلف رطوبت خاک (یخ آب) بر جوانه‌زنی جوانه‌های ریزوم شیرین بیان، آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل با ۴ تکرار، درجه حرارت‌های پایین در شش سطح ۵، ۰، -۳، -۵، -۱۰ و -۱۵ درجه سانتی‌گراد به عنوان فاکتور اول و رطوبت خاک در سه سطح غرقاب^۱، رطوبت در حد ظرفیت زراعی^۲ و خاک خشک (بدون رطوبت) به مدت ۱۵ روز انجام شد. پس از پایان آزمایش، ریزوم‌ها در شرایط بهینه جوانه‌زنی قرار گرفتند و درصد جوانه‌زنی ریزوم‌ها تعیین شد. به منظور تعیین زنده‌مانی ریزوم‌های شیرین بیان تحت تنش دمای بالا نیز ریزوم‌ها ۵ و ۱۰ روز تحت تیمارهای دمایی ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۰ درصد قرار گرفتند. سپس در شرایط بهینه، درصد جوانه‌زنی آن‌ها نسبت به شاهد محاسبه شد. برای تبدیل درصد جوانه‌زنی به توزیع نرمال از تبدیل $\text{Arc sin } \sqrt{x/100}$ استفاده شد. کلیه محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. منحنی‌ها نیز با استفاده از برنامه SigmaPlot رسم شدند.

۱- Submerged

۲- Field Capacity

نتیجه و بحث

بررسی آناتومی ریشه و ریزوم شیرین بیان: شکل ۱a برش عرضی بافت ریشه شیرین بیان با بزرگنمایی ۱۰ را نشان می‌دهد. شکل ۱b نیز برش عرضی بافت ریزوم شیرین بیان را در محل یکی از جوانه‌ها، با همان بزرگنمایی نشان می‌دهد. قسمت A مغز ریزوم^۱ و قسمت B ریزوم جدید در حال جوانه‌زنی است. قسمت‌های خاکستری رنگ شامل بافت‌های مرده رنگ‌آمیزی شده با کارمن زاجی و قسمت‌های تیره شامل بافت‌های سلولزی و زنده می‌باشد. همان‌طور که در شکل‌های ۱a و ۱b مشاهده می‌شود، مهم‌ترین تفاوت ریشه و ساقه وجود مغز توسعه یافته در ساقه می‌باشد که در ریشه این بافت وجود ندارد و یا بسیار اندک است (Sanei & Lessani, 1978). (Valiollahpour (2001) نیز تفاوت ریزوم و ریشه شیرین بیان را، وجود جوانه‌های روی ریزوم و پارانشیم مغزی در ریزوم می‌داند که سلول‌های آن دارای نشاسته و مواد ذخیره‌ای هستند، ولی در ریشه اینگونه نیست.

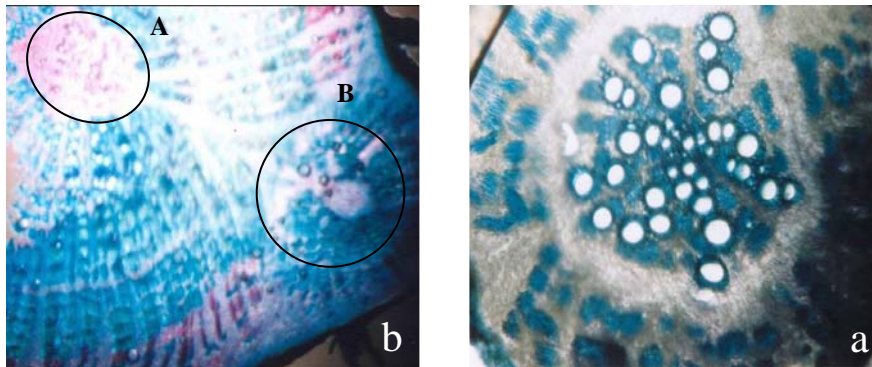
تعیین دمای پایه و GDD جوانه‌زنی ریزوم شیرین بیان: ریزوم‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد جوانه نزدند. به منظور مقایسه دمای پایه محاسبه شده از داده‌های واقعی درصد جوانه‌زنی و داده‌های بدست آمده از دو شاخص جوانه‌زنی GRI و GPD (معادله‌های ۱ و ۲) ابتدا بهترین خطوط به آن‌ها برازش داده شد، که یک تابع درجه اول (خطی) بود (شکل ۲). Nussbaum *et al.* (1985) نیز از رگرسیون خطی برای محاسبه دمای پایه جوانه‌زنی سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) و هفت علف‌هرز دیگر استفاده کردند. برای تعیین دمای پایه، طول از مبدأ هر یک از خطوط با صفر قرار دادن y در معادله آن‌ها محاسبه شد (شکل ۲). از بین شاخص‌های GRI و GPD شاخصی که دمای پایه تعیین شده آن به عدد واقعی، نزدیک‌تر باشد، به منظور استفاده توصیه می‌شود (Wiese & Binning, 1987). هدف از تعیین بهترین شاخص، امکان محاسبه دمای پایه اندام‌های زیرزمینی از طریق شاخص‌های جوانه‌زنی بذور می‌باشد (Holt & Orcutt, 1996). دمای پایه محاسبه شده از طریق معادله داده‌های واقعی، GRI و GPD به ترتیب ۵/۵۹، ۲/۲ و ۶/۶۳ درجه سانتی‌گراد برآورد شد. در نتیجه دمای محاسبه شده از

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

طریق GPD نسبت به GRI به دمای پایه واقعی نزدیک تر و می‌تواند برای محاسبه دمای پایه استفاده شود. (Holt & Orcutt (1996) نیز شاخص GPD را نسبت به GRI برای محاسبه دمای پایه جوانه‌زنی مناسب‌تر می‌دانند. در کل دمای ۶ درجه سانتی‌گراد به عنوان دمای پایه جوانه‌زنی ریزوم‌های شیرین‌بیان در نظر گرفته شد.

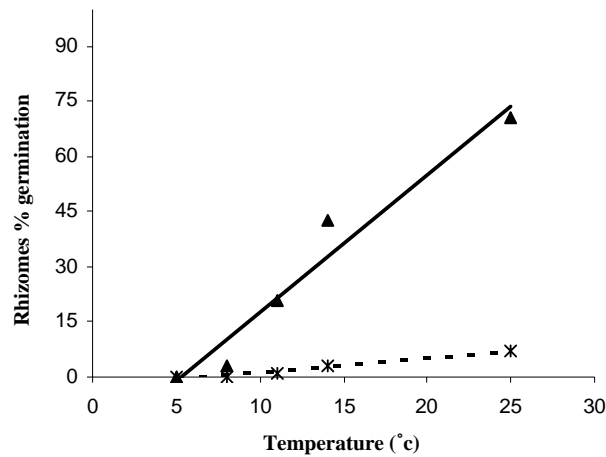
مدت زمان جوانه‌زنی جوانه‌های ریزوم شیرین‌بیان در هر یک از دماهای ۵، ۸، ۱۱ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۴۵، ۲۰، ۱۴ و ۱۰ روز طول کشید. برای محاسبه نیاز حرارتی مرحله جوانه‌زنی در آزمایشگاه از مجموع حاصل ضرب هر یک از دماها در مدت زمان جوانه زدن میانگین گرفته شد، که ۱۵۴ درجه-روز بدست آمد. (Soterre et al. (1996) نیز نیاز حرارتی مرغ برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی را ۴۸ درجه-روز تعیین کردند.

بررسی فنولوژی و زمان آغاز تولید ریزوم از ریزوم شیرین‌بیان: دو اکوتیپ ریزوم‌های فارس و کرمانشاه بدلیل آلودگی قارچی جوانه نرزه و از بین رفتند. در نتیجه امکان مقایسه بین این دو اکوتیپ و اکوتیپ کرج وجود نداشت. از زمان رویش ریزوم‌ها تا برداشت بوته‌های سبز شده در آخر فصل، بوته‌های حاصل از ریزوم رشد رویشی داشتند و وارد مرحله زایشی نشدند. در نتیجه این گیاه در سال اول چرخه زندگی خود را کامل نکرد. (Samadani & Minbashi (2001) نیز در بررسی جوانه‌زنی ریزوم پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) مشاهده کردند که تعداد کمی از ریزوم‌های کشت شده در سال اول به مرحله گل‌دهی رسیدند. گلدهی گیاهان دوساله و چندساله در سال اول، فقط زمانی انجام می‌شود که گیاه برای این کار ذخیره کافی اندوخته باشد (Koocheki et al., 1997). زمان سبز شدن ریزوم‌های شیرین‌بیان از اوایل اردیبهشت (هشتم اردیبهشت) شروع و تا اواخر تیرماه ادامه یافت. ۵۰ درصد سبز شدن و حداکثر سبز شدن حدود ۲۵ و ۳۰ روز پس از سبز شدن بوته‌ها روی داد. میانگین تعداد بوته‌ها ۲۵ بوته در یک مترمربع بود. به گزارش Montazeri (1997) بوته‌های جوان این گیاه در دیم‌زارهای کرمانشاه از اواسط اردیبهشت از زمین خارج شده و در حدود نیمه دوم خرداد تدریجاً شروع به گلدهی کرده و تقریباً اواسط شهریور ماه از بین رفتند. یکی از دلایل تراکم زیاد این گیاه در مزارع گندم، سبز شدن پس از مرحله مجاز علف‌کش‌های رایج گندم می‌باشد.



شکل ۱- برش عرضی از بافت ریشه شیرین‌بیان (a) و ریزوم شیرین‌بیان (b) با بزرگنمایی ۱۰ (قسمت A مغز ساقه و قسمت B ریزوم جدید در حال جوانه‌زنی می‌باشد)

Fig. 1- Root (a) and rhizome (b) tissues cross-section of *G. glabra* (10X). A depicts the rhizome pith and B is new germinating bud



شکل ۲- رابطه بین دما با درصد جوانه‌زنی واقعی (▲) و روزانه (x) ریزوم‌های شیرین‌بیان. خطوط برازش داده شده به داده‌های واقعی (—) $Y = 3.78x - 21.1$, $R^2 = 0.95$ و داده‌های بدست آمده از شاخص GPD (— —) $Y = 0.38x - 2.52$, $R^2 = 0.97$ نیز نشان داده می‌شود.

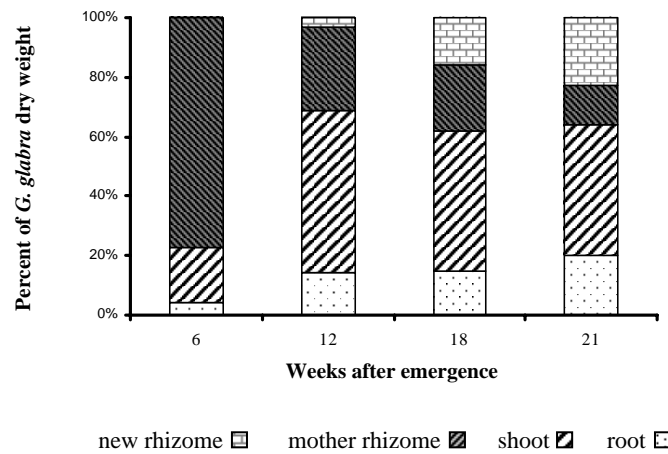
Fig. 2- The relationship between temperature and % actual germination (▲) and % germination per day (x) of *G. glabra* rhizome buds. Fitted lines: Real data (—), $Y = 3.78x - 21.1$, $R^2 = 0.95$, data yielded from GPD index (— —), $Y = 0.38x - 2.52$, $R^2 = 0.97$.

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

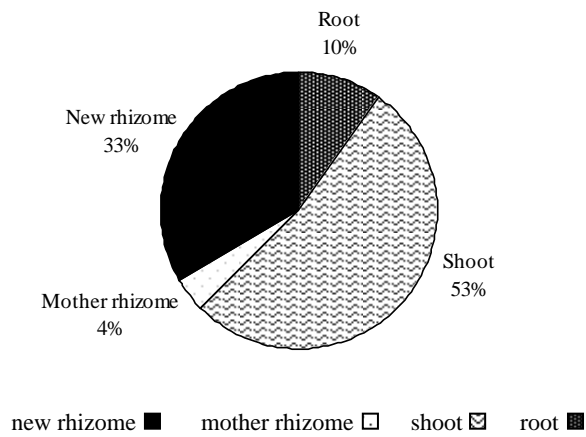
در هفته‌های اول رویش، شیرین بیان فقط شاخ و برگ تولید کرد. شش هفته پس از رویش (حدوداً اواسط خرداد)، سهم ریشه‌های ایجاد شده از کل وزن اندام‌های گیاه به ۴ درصد رسید (شکل ۳). با افزایش هفته‌های پس از رویش، از وزن ریزوم مادری کاسته شد و به وزن شاخ و برگ و ریشه افزوده شد. در این مرحله گیاه آب و مواد غذایی را از محیط جذب کرده و با شاخ و برگ خود فتوسنتز می‌کند، در نتیجه مطابق شکل ۳، به وزن همه قسمت‌های گیاه بجز ریزوم مادری افزوده شده است. حدود نه هفته پس از رویش (اوایل تیر)، ریزوم جدید از ریزوم مادری تولید شد. بررسی‌های (Thulen & Keeley 1987) نشان می‌دهد که آغاز تشکیل غده‌های جدید در اویار سلام هشت هفته پس از سبز شدن، به تعداد متوسط ۶ غده جدید بود. ریزوم جدید شیرین بیان در کل ۱ درصد وزن گیاه را به خود اختصاص داد.

در دوازدهمین هفته پس از رویش (اواخر تیر)، سهم شاخ و برگ از کل اندام‌های گیاه ۴۹ درصد و وزن ریزوم دختری در این مرحله، ۳ درصد از کل وزن گیاه را شامل می‌شد. در هفته هیجدهم پس از رویش (اواسط مرداد)، وزن شاخ و برگ و ریشه اندکی کاهش یافت ولی به وزن ریزوم جدید افزوده شد. بطوریکه وزن ریزوم از ۸ درصد کل وزن گیاه، در هفته پانزدهم به ۱۶ درصد در هفته هیجدهم رسید. بیست و یک هفته پس از رویش (اواخر شهریور)، ریزوم جدید تقریباً یک چهارم کل وزن گیاه را شامل شد. در این مرحله ریزوم مادری کمترین درصد از کل ماده خشک را دارا بود (شکل ۳). میانگین درصد تخصیص منابع در بوته شیرین بیان نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک به ترتیب مربوط به شاخ و برگ، ریزوم، ریشه و ریزوم مادری بوده است (شکل ۴).

پس از سبز شدن، تدریجاً وزن کل همه اندام‌های گیاه افزایش یافت. اما افزایش وزن شاخ و برگ از ابتدای فصل رشد سریع‌تر از بقیه اندام‌ها بود و برخلاف گیاهچه‌های حاصل از بذری که در ابتدا رشد آهسته‌ای دارند، بوته‌های حاصل از ریزوم بدلیل اندوخته فراوان موجود در ریزوم‌ها حتی بدون ایجاد ریشه از ابتدا رشد سریع نشان می‌دادند (شکل ۵). در کل شاخ و برگ بیشترین بخش اصلی وزن بوته گیاه شیرین بیان را شامل شد (شکل ۴).



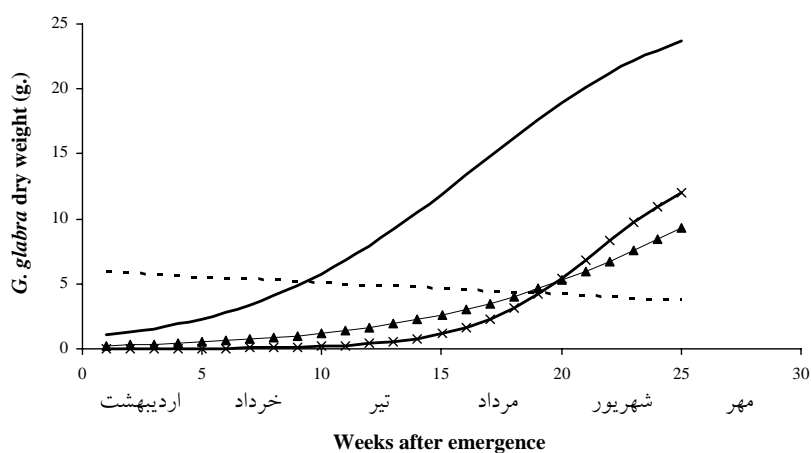
شکل ۳- تخصیص منابع در شیرین‌بیان منشعب از ریزوم در ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۱ هفته پس از سبز شدن
Fig. 3- Resources allocation in *G. glabra* at 6, 12, 18 and 21 weeks after emergence from rhizome



شکل ۴- میانگین درصد تخصیص منابع در بوته‌های شیرین‌بیان.
Fig. 4- Means of resource allocation percentage in *G. glabra* plants.

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

تجمع شیره پرورده در ریشه‌ها به کندی صورت گرفت و از یک تابع نمایی تبعیت نمود (شکل ۵) و در کل ریشه‌ها از وزن کل گیاه ۱۰ درصد وزن میانگین بوته شیرین بیان را بخود اختصاص دادند (شکل ۴). پس از شروع رشد ریزوم‌های جدید در تیرماه، شیب افزایش وزن خشک ریزوم‌ها زیاد بود. بطوریکه در اواخر شهریور با کوتاه شدن طول روز، تجمع مواد ذخیره‌ای در ریزوم جدید افزایش یافت (شکل ۵). تخصیص مواد فتوسنتزی به بخش‌های زیرزمینی گیاه با نزدیک شدن به پایان فصل در گیاهان چند ساله توسط Koocheki *et al.* (1994) نیز ذکر شده است. میانگین وزن ریزوم مادری در هفته‌های پایانی به صورت خطی و با شیب کم کاهش یافت (شکل ۵).



شکل ۵- روند تغییرات وزن خشک شاخ و برگ (—)، با معادله $y = 27.41/\exp(-(x-16.23)/4.72)$ ، ریشه (—▲)، با معادله $y = 20.24/(1+\exp(-(x-25.95/5.7)))$ ، $R^2 = 0.97$ ریزوم مادری (---) با معادله $y = -0.09x+6$ ، $R^2 = 0.86$ و ریزوم جدید (---×) با معادله $y = 20.24/(1+\exp(-(x-25.95/5.7)))$ ، $R^2 = 0.96$ حاصل از قطعات ریزوم در طول مدت زمان پس از سبز شدن.

Fig 5- Trend of shoot (—), $y = 27.41/\exp(-(x-16.23)/4.72)$, $R^2 = 0.97$, root (—▲), $y = 20.24/(1+\exp(-(x-25.95/5.7)))$, $R^2 = 0.96$, mother rhizome (---), $y = -0.09x+6$, $R^2 = 0.86$ and new rhizome (---×), $y = 20.24/(1+\exp(-(x-25.95/5.7)))$, $R^2 = 0.96$, dry weights variations after emergence from rhizome.

تعیین GDD مرحله سبز شدن ریزوم‌های علف‌هرز شیرین‌بیان: مجموع میانگین دماهای بیشتر از دمای پایه از زمان کشت تا ۵۰ درصد سبز شدن (GDD سبز شدن) با استفاده از حداکثر و حداقل دمای هوا ۳۱۷ درجه- روز محاسبه شد. در حالی که با استفاده از میانگین دمای عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک، GDD ۵۰ درصد رویش به ۶۰۲ درجه- روز رسید. (Donald (2000 نیز GDD حدود ۱۹۷ درجه- روز را برای سبز شدن کنگر وحشی از خاک و GDD حدود ۵۸۷ و ۶۴۷ درجه- روز را برای رسیدن به ۸۰ و ۹۰ درصد سبز شدن محاسبه کرده است. طول دوره رشدی شیرین‌بیان حاصل از ریزوم در تهران ۱۶۲ روز و GDD کل در طول فصل رشد (از ۵۰ درصد سبز شدن تا برداشت (۱۰ آبان)) با استفاده از دمای عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک ۳۵۴۹ محاسبه شد. (Rahimian Mashhadi (2005 اظهار داشت که گیاهان حاصل از ریزوم و بذر شیرین‌بیان اکوتیپ استان فارس دوره رشدی خود را طی ۱۷۵ روز پس از سبز شدن طی نمودند و بر این اساس نیاز حرارتی این گیاهان حدود ۲۲۱۲ درجه- روز می‌باشد. طول دوره رشدی گیاهان حاصل از بذور استان کرمانشاه نیز حدود ۲۰۴ روز بوده و بر این مبنا نیاز حرارتی این گیاهان در حدود ۲۳۶۵ درجه- روز می‌باشد.

تأثیر یخ آب بر کنترل جوانه‌زنی ریزوم‌های شیرین‌بیان: جدول تجزیه واریانس اثرات دماهای پایین (انجماد) و رطوبت خاک نشان می‌دهد که اثر متقابل این دو بر جوانه‌زنی ریزوم‌های شیرین‌بیان در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. از این رو اثرات متقابل آن‌ها بحث می‌شود. تیمارها در خاک خشک و ظرفیت زراعی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند که با شاهد ۲۵ درجه سانتی‌گراد در یک سطح قرار گرفتند. ولی ریزوم‌هایی که در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بصورت غرقاب نگهداری شدند، بدلیل اینکه در معرض تنش غرقاب و کمبود اکسیژن قرار گرفتند، جوانه‌زنی کمتری داشتند. یعنی در حقیقت در دمای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد (صفر تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد)، جوانه‌زنی ریزوم‌ها در اثر غرقاب کاهش می‌یابد، ولی متوقف نمی‌شود. عدم توقف جوانه‌زنی نشان دهنده مقاومت نسبی ریزوم شیرین‌بیان به غرقاب می‌باشد. دمای صفر درجه سانتی‌گراد منجر به کاهش جوانه‌زنی ریزوم‌ها شد (این کاهش در شرایط غرقاب بیشتر بود) و در دماهای ۳- درجه سانتی‌گراد و کمتر جوانه‌زنی ریزوم‌ها کاملاً متوقف شد (جدول ۱).

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی با کاهش دما در سطوح مختلف رطوبت خاک در شکل ۶ مشاهده می‌شود. در شرایط غرقاب روند کاهش جوانه‌زنی از دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد شروع و با شیب نسبتاً کمتری نسبت به حالت ظرفیت زراعی و خاک خشک، در دمای ۳- درجه سانتی‌گراد متوقف شد. در حالی که در شرایط ظرفیت زراعی و خاک خشک این شیب بسیار زیاد بود (شکل ۶). بنابراین در دمای ۳- درجه سانتی‌گراد و پایین‌تر، صرف‌نظر از میزان رطوبت خاک، ریزوم‌ها از بین می‌روند. در نتیجه در مکان‌هایی که بدلیل کمبود آب امکان غرقاب زمستانه وجود ندارد، می‌توان بوسیله شخم ریزوم‌ها را به سطح خاک آورد تا در اثر دماهای زیر صفر از بین بروند.

جدول ۱- تأثیر رطوبت خاک و انجماد بر جوانه‌زنی ریزوم‌های شیرین بیان

Table 1- Effects of soil moisture and freezing temperature on germination of *G. glabra* rhizomes

Temperature (°c)					Soil moisture
-10	-5	-3	0	5	
0 ^e	0 ^e	0 ^e	11/111 ^c	72/21 ^a	Dry soil
0 ^e	0 ^e	0 ^e	5/0 ^d	30 ^b	Submerged soil
0 ^e	0 ^e	0 ^e	10 ^c	72/94 ^a	Field capacity

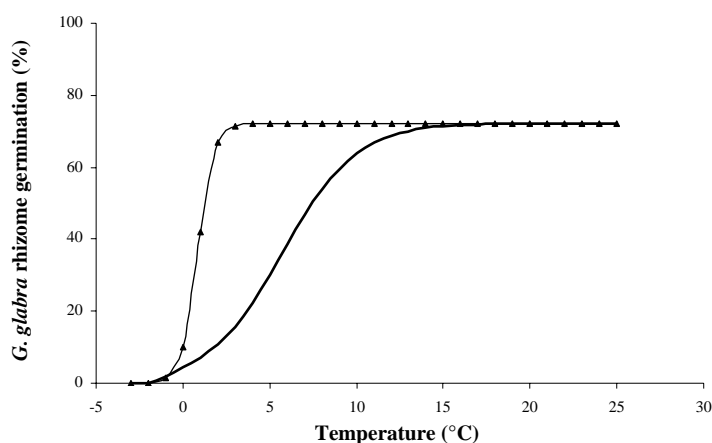
* حروف مشابه بعد از اعداد در هر ستون نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

*Numbers followed by similar letters in each column are not significantly different according to Duncan's Multiple Range Test.

تأثیر خشک‌شدگی بر جوانه‌زنی ریزوم شیرین بیان: در ابتدا برای آزمایش تأثیر خشک‌شدگی در شرایط آزمایشگاهی بر کنترل ریزوم شیرین بیان، تیمارهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز درون آون در نظر گرفته شد که بعد از انجام آزمایش، هیچ یک از ریزوم‌ها نسبت به شاهد جوانه نزدند. در نتیجه ریزوم‌ها به مدت ۵ روز در دماهای قبلی

قرار داده شدند که، در این آزمایش ریزوم‌ها فقط ۵ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به میزان ۹ درصد جوانه زدند. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که ریزوم‌های شیرین‌بیان نسبت به خشک‌شدگی حساسیت دارند، بطوری که ۵ روز تماس آن‌ها با دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی‌گراد سبب عدم جوانه‌زنی جوانه‌های ریزوم گردید.

در کل نتایج این پژوهش نشان داد که با استفاده از روش‌های فیزیکی امکان کنترل جوانه‌زنی ریزوم شیرین‌بیان بصورت آزمایشگاهی وجود دارد. ولی کنترل این علف‌هرز در شرایط مزرعه‌ای با استفاده از روش‌های فیزیکی منوط به انجام تحقیقات بیشتری است.



شکل ۶- رابطه بین دما و سطوح مختلف رطوبت خاک بر درصد جوانه‌زنی ریزوم‌های شیرین‌بیان. معادلات برازش داده شده به خاک خشک و ظرفیت زراعی (▲—) $y = 72.21/(1+\exp(-(x-0.84)/0.46))$, $R^2 = 0.96$ و $y = 72.78/(1+\exp(-(x-0.79)/0.43))$, $R^2 = 0.98$ و غرقاب (—) $y = 72.7/(1+\exp(-(x-5.7)/2.11))$, $R^2 = 0.99$ می‌باشند.

Fig. 6- The relationship between temperature and % germination of *G. glabra* rhizomes under dry and field capacity (▲—), $y = 72.21/(1+\exp(-(x-0.84)/0.46))$, $R^2 = 0.96$ and $y = 72.78/(1+\exp(-(x-0.79)/0.43))$, $R^2 = 0.98$ and submerged (—) soil, $y = 72.7/(1+\exp(-(x-5.7)/2.11))$, $R^2 = 0.99$.

بررسی برخی جنبه‌های اکوفیزیولوژیک ریزوم علف هرز شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت بخش تحقیقات علف‌های هرز مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی و دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد که بدینوسیله کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نشانی نگارندگان: نوشین نظام‌آبادی، حمید رحیمیان مشهدی، حسن محمد علیزاده، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ایران؛ اسکندر زند، بخش تحقیقات علف‌های هرز، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵، ایران.

نوشین نظام آبادی، حمید رحیمیان مشہدی، اسکندر زند و حسن محمد علیزادہ