

تنوع در خفتگی، جوانه‌زنی بذر و قدرت تهاجی اکوتیپ‌های سس زراعی (*Cuscuta campestris* Y.) در چغندر قند

Variation in dormancy, seed germination and aggressiveness of field dodder (*Cuscuta campestris* Y.) ecotypes in sugar beet

ولی‌الله یوسف آبادی^۱، محمدتقی آل‌ابراهیم^{۲*}، احمد توبه^۳، اسکندر زند^۴ و محمد عبداللهیان نوقابی^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۳

و.ا. یوسف آبادی، م.ت. آل‌ابراهیم، ا. توبه، ا. زند و م. عبداللهیان نوقابی. ۱۳۹۵. تنوع در خفتگی، جوانه‌زنی بذر و قدرت تهاجی اکوتیپ‌های سس زراعی (*Cuscuta campestris* Y.) در چغندر قند. چغندر قند، ۳۲(۲): ۱۵۷ - ۱۷۱. DOI: 10.22092/jsb.2016.107216

چکیده

در این پژوهش، بذر ۱۰ اکوتیپ سس زراعی از مزارع چغندر قند آلوده در اردبیل، آذربایجان غربی، قزوین، خراسان و البرز در سال ۱۳۹۲ جمع‌آوری و درصد و سرعت جوانه‌زنی آن‌ها اندازه‌گیری شد. تاثیر مدت نگاه‌داری بذر در انبار و همچنین تیمار بذر با اسیدسولفوریک غلیظ (۹۸٪) بر وضعیت خواب و خصوصیات جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها، در محیط ژرمیناتور و همچنین قدرت آلوده‌کنندگی اکوتیپ‌ها بر روی چغندر قند در محیط گلخانه بررسی شد. آزمایشات انجام شده در آزمایشگاه (با چهار تکرار) و در محیط گلخانه (با سه تکرار) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. بین اکوتیپ‌ها در همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار ($P \leq 0.01$) وجود داشت. حداقل و حداکثر درصد جوانه‌زنی قبل از تیمار بذر با اسید به ترتیب ۳ و ۲۹ درصد و بعد از تیمار با اسید، به ترتیب ۱۳ و ۸۷ درصد بود. بیشترین تأثیر تیمار با اسید بر شکست خواب بذر، در اکوتیپ پارس‌آباد مغان مشاهده شد. اکوتیپ جمع‌آوری شده از جهان‌آباد قزوین، به تیمار با اسید عکس‌العمل منفی نشان داد و درصد جوانه‌زنی آن کاهش یافت. نگاه‌داری بذر به مدت یکسال تأثیر معنی‌داری بر شکست خواب نداشت. اختلاف طول گیاهچه، وزن تر و خشک هزار ژرم (هزار گیاهچه) اکوتیپ‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد. کمترین طول گیاهچه و وزن خشک هزار ژرم به ترتیب با ۳/۲ سانتی‌متر و ۰/۹۹ گرم مربوط به اکوتیپ جهان‌آباد قزوین بود. قدرت آلوده‌کنندگی اکوتیپ‌ها نیز با همدیگر متفاوت و اختلاف احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود. اکوتیپ‌های تهیه شده از ارومیه و مشکین دشت البرز به ترتیب بیشترین و کمترین قدرت آلوده‌کنندگی چغندر قند را داشتند. با توجه به این‌که رفتارهای بیولوژیکی اکوتیپ‌های سس از الگوی ثابتی پیروی نکرد، لذا شناخت خصوصیات بیولوژیکی آن‌ها می‌تواند در پیشرفت برنامه‌های مدیریتی کنترل این علف‌هرز مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، چغندر قند، خواب بذر، سس، قدرت آلوده‌کنندگی

۱- دانشجوی دکتری علوم علف‌های هرز دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. * نویسنده مسئول m.t.alebrahim@gmail.com

۳- استاد سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۴- دانشیار موسسه تحقیقات چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

سس یکی از علف‌های هرز انگلی گلدار است که تعداد زیادی از درختان، درختچه‌ها و گیاهان زراعی از جمله چغندر قند را مورد حمله قرار می‌دهد. این گیاه به‌عنوان یکی از ۱۰ علف هرز مهم دنیا گزارش شده است (Nadler and Rubin 2003). جنس سس (*Cuscuta*) با حدود ۲۰ گونه در ایران و ۲۰۰ گونه در سراسر دنیا پراکنده است (Holm et al. 1997). گونه زراعی علف‌هرز انگلی سس (*Cuscuta campestris* Yuncker) با نام Field dodder بیشترین گستردگی جهانی و دامنه‌ی میزبانی (Lian et al. 2006) را دارد و یکی از عوامل مهم محدود کننده کشت چغندر قند در برخی از مناطق محسوب می‌گردد (Zand et al. 2012). دامنه‌ی میزبانی وسیع و گستردگی جغرافیایی آن، این گونه را به زیان‌بارترین انگل گیاهی تبدیل کرده است (Mishra et al. 2007). تلفات محصول توسط سس از ۲۰ تا ۵۷ درصد در محصولات زراعی مختلف (Tajdoost et al. 2013b) و در چغندر قند از ۲۳ تا ۴۱ درصد عملکرد ریشه و ۱/۳ تا ۲/۶ درصد عیار (Stojisin et al. 1991) گزارش گردیده است.

بذور علف‌های هرز به‌دلیل دارا بودن درجات مختلفی از خواب دارای جوانه‌زنی متناوب (غیرممتد) در طول فصل رشد هستند. جوانه‌زنی بذر یکی از بحرانی‌ترین رویدادها برای موفقیت گونه‌های گیاهی از جمله علف‌های هرز است که تحت تأثیر عوامل محیطی و وضعیت خفتگی بذر قرار می‌گیرد (Chauhan and Johnson 2008).

علف هرز انگلی سس قادر به تولید چندین هزار بذر است که تنها ۵ درصد این بذرها در سال اول پس از تولید، جوانه

می‌زنند، مابقی بذرها با توجه به شرایط محیطی، می‌توانند در درون خاک تا بیش از ۲۰ سال به صورت خفته، به زندگی بطئی خود ادامه داده و زنده بمانند، این خفتگی با عواملی که باعث شکاف پوسته بذر و لایه‌برداری از روی آن می‌شود مانند فعالیت میکروارگانسیم‌های خاک، هوازدگی، آتش‌سوزی، چرای دام و شخم زدن خاک، شکسته می‌شود (Cudney and Lanini 2000) گرچه جوانه‌زنی بذر سس تحت تأثیر شرایط نوری قرار نمی‌گیرد (Benvenuti et al. 2005) ولی با افزایش تنش‌های محیطی مانند شوری و خشکی از درصد و سرعت آن کاسته می‌شود (Afshari et al. 2013). بنوتی و همکاران (Benvenuti et al. 2005) گزارش نمودند که خراش‌دهی شیمیایی بذر و دما بر جوانه‌زنی بذر علف‌هرز انگلی سس تأثیر می‌گذارد، به‌طوری که در دمای زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی سس بسیار جزئی بوده و با افزایش دما تا ۳۰ سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و در دماهای بالاتر از ۳۰ سانتی‌گراد مجدداً جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. تانگ و همکاران (Tang et al. 2008) از خواب‌بذر به عنوان عامل موفقیت علف‌های هرز در حفظ جمعیت خود طی سال‌های متمادی نام برده و اظهار داشتند که علف‌های هرز با استفاده از این ویژگی، زمان جوانه‌زنی خود را با شرایط مساعد محیطی منطبق می‌کنند. بنا به نظر برادفورد (Bradford 2005) بذرهای در حال خواب بعد از دریافت سیگنال‌های مناسب از محیط، بر حسب گونه گیاهی با شدت‌های متفاوت فرآیندهای جوانه‌زنی را شروع می‌کنند. این در حالی است که بذرهای علف‌هرز انگلی سس برای شروع فرآیندهای جوانه‌زنی نیازی به ترشحات ریشه میزبان ندارند (Ganbari et al. 2012).

گرده از عوامل تنوع بین اکوتیپ‌های سس زراعی گزارش شده است. شرایط محیطی بر خصوصیات کیفی بذر گیاهان مختلف زراعی اثر معنی‌دار داشته و این اثر در بذور جمع آوری شده از مناطق مختلف رشدی مشاهده شده است (Khaliliaqdam *et al.* 2012).

بررسی تأثیر استراتژی‌های متفاوت مدیریتی در جمعیت‌های بومی و خارجی علف‌های هرز، می‌تواند اطلاعات مفیدی را در رابطه با نقش تنوع ژنتیکی روی موفقیت مدیریت علف‌های هرز ایفا کند (Mangolin *et al.* 2012). از این رو داشتن اطلاعات و آگاهی کافی از وضعیت تنوع جمعیت‌ها و اکوتیپ‌های علف‌های هرز می‌تواند ابزاری مناسب در افزایش کارایی روش‌های کنترل علف‌های هرز باشد. در این بین شناخت الگوی جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز نقش مهمی در موفقیت اعمال روش‌های مدیریتی دارد. هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت جوانه‌زنی و خواب بذر و تنوع آن در اکوتیپ‌های علف‌هرز انگلی سس‌زراعی و همچنین بررسی قدرت حمله و آلوده‌کنندگی آن‌ها در زراعت چغندر قند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه تکنولوژی بذر و گلخانه مؤسسه تحقیقات چغندر قند در کرج انجام شد. بذر لازم از کپسول‌های رسیده‌ی اکوتیپ‌های سس (تعداد ۱۰ اکوتیپ) با شرایط ظاهری یکنواخت و همگن، در پائیز ۱۳۹۲ از مزارع چغندر قند آلوده در حوزه‌های چغندرکاری کشور (جدول ۱) جمع آوری و به‌مدت یک ماه داخل گلخانه خشک گردید (Benvenuti *et al.* 2005). پس

عامل خواب‌بذر در گیاه انگلی سس، غیرقابل نفوذ بودن پوسته بذر آن نسبت به آب است (Jayasuriya *et al.* 2008) و پوسته سخت و ضخیم بذر در سس، عاملی است که می‌تواند آن را بیش از ۲۰ سال حفظ نموده و زنده نگه دارد (Irum *et al.* 2011). گزارش ارائه شده توسط هاشم (Hashem 2005) نشان داد که تیمار بذر با اسید سولفوریک غلیظ، درصد جوانه‌زنی بذر سس را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد.

علف‌های هرز دارای تنوع ژنتیکی زیاد و شکل‌پذیری فنوتیپی بالایی هستند، و در برابر آشفتگی‌های محیطی انعطاف‌پذیری خوبی از خود نشان می‌دهند (Adahl *et al.* 2006). گرچه سس به‌عنوان یک گیاه انگلی خسارت‌زا از دیر باز مورد توجه بوده و تحقیقاتی در زمینه‌ی روش‌های مبارزه‌ی با آن صورت گرفته، ولی متأسفانه بررسی چندانی بر روی تنوع اکوتیپ‌های گونه‌های مختلف آن صورت نگرفته است. تحقیقات انجام شده توسط کیم و همکاران (Kim *et al.* 2004) با استفاده از نشانگرهای مولکولی RFLP بر روی گیاهچه‌های سس مرداب (*C. gronovii* Willd) منجر به تشخیص دو اکوتیپ مختلف در این گونه شد و به این طریق معیار مناسبی برای توجیه علل تنوع رفتاری جمعیت‌های این گونه فراهم گردید. این محققین گزارش نمودند که تعیین توزیع اکوتیپ‌های این علف هرز انگلی، و مصرف مناسب علف‌کش‌ها در موفقیت کنترل آن موثر است. تاجدوست و همکاران (Tajdoost *et al.* 2013a) وضعیت تنوع ژنتیکی تعداد هدفه اکوتیپ مختلف سس زراعی را بررسی نمودند و بر اساس نتایج به‌دست آمده از تحقیقات، خودگشنی زیاد، جریان ژنی محدود و سرعت پایین انتقال دانه

اساس نتایج به دست آمده از پیش آزمایش)، با اسید سولفوریک ۹۸ درصد تیمار و جوانه‌زنی آن‌ها مجدداً اندازه‌گیری شد. با هدف بررسی تأثیر نگهداری بذر در انبار، بر شکست خواب اولیه یا القاء خواب ثانویه، آزمون جوانه‌زنی اکوتیپ‌ها بر روی بذر تیمار نشده پس از یکسال تکرار شد. آزمون جوانه‌زنی با قرار دادن ۵۰ عدد بذر سس بر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ مرطوب شده با آب مقطر در داخل پتری‌دیش نه سانتی‌متری (Benvenuti *et al.* 2005) و در داخل ژرمیناتور با دمای 25 ± 0.5 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد انجام و درصد جوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Phartyal *et al.* 2003).

در هر بار از انجام آزمون‌های جوانه‌زنی، بذرهایی جوانه زده محسوب شدند که ریشه‌چهی آن‌ها به اندازه ۳ میلی‌متر رشد کرده بود (Chauhan and Johnson 2008; Benvenuti *et al.* 2005).

$$\text{GR} = 100 \left(\frac{n}{N} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه n تعداد بذرهایی جوانه‌زده در طی دوره ۱۴ روز، N تعداد بذرهایی کاشته شده و GR درصد جوانه‌زنی است.

آزمون تعیین میانگین زمان جوانه‌زنی با استفاده از بذرهایی تیمار شده و نشده با اسید سولفوریک انجام شد. در انجام این آزمون، جهت ایجاد سهولت در یادداشت برداری‌های روزانه، از جعبه‌های کشت مستطیلی شکل به ابعاد $18 \times 12 \times 8$ سانتی‌متر و کاغذهای صافی واتمن چین‌دار (آکاردئونی) با ابعاد 11×56 سانتی‌متر به‌عنوان بستر کشت بذر، استفاده شد. در هر کاغذ آکاردئونی به عنوان یک تکرار، تعداد ۵۰ عدد بذر سس کشت و پس از قرار دادن درون جعبه‌ی کشت، در داخل ژرمیناتور با دمای 25 ± 0.5 درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد گذاشته شد. یادداشت‌برداری بذرهایی جوانه‌زده از ۲۴ ساعت پس از کشت

از خشک و تمیز کردن بذرها و جدا کردن مواد خارجی، بذرهایی هر اکوتیپ در ظروف شیشه‌ای مستقل، تا زمان انجام آزمایشات در انبار با دمای 20 ± 5 درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

جدول ۱ اکوتیپ‌های سس زراعی و موقعیت جغرافیایی مناطق جمع‌آوری آن‌ها

اکوتیپ	استان	شهر یا منطقه	طول جغرافیایی (°)	عرض جغرافیایی (°)	طبقه‌بندی اقلیمی
EC1	اردبیل	گرمی	۴۸/۰۸°	۳۸/۸°	نیمه خشک
EC2	اردبیل	پارس‌آباد	۴۷/۹۳°	۳۹/۶۴°	معتدل تا گرم
EC3	اردبیل	بیله سوار	۴۸/۲۱°	۳۹/۲۲°	نیمه مرطوب
EC4	آذربایجان غربی	ارومیه	۴۵/۰۴°	۳۷/۵۳°	معتدل
EC5	قزوین	الوند	۵۰/۰۹°	۳۶/۳۲°	نیمه بیابانی
EC6	قزوین	جهان‌آباد	۵۰/۰۰°	۳۶/۲۷°	نیمه خشک سرد
EC7	قزوین	شهر صنعتی البرز	۵۰/۰۱°	۳۶/۳°	نیمه بیابانی
EC8	البرز	نظرآباد	۵۱/۰۰°	۳۵/۸۱°	نیمه بیابانی
EC9	البرز	مشکین دشت	۵۰/۹۵°	۳۵/۷۵°	نیمه بیابانی
EC10	خراسان رضوی	جغتای	۵۷/۰۷°	۳۶/۶۴°	خشک

بررسی‌های آزمایشگاهی

درصد و میانگین زمان جوانه‌زنی

یک‌ماه پس از جمع‌آوری بذرها، آزمون جوانه‌زنی برای ارزیابی وضعیت خواب اولیه در اکوتیپ‌ها، انجام شد (Benvenuti *et al.* 2005). سپس جهت بررسی تأثیر خراش‌دهی شیمیایی بر شکست خواب بذر (Krsmanovic *et al.* 2013)، بذر اکوتیپ‌های مختلف به مدت نیم ساعت (بر

ورمی کمپوست و ۵ درصد ماسه بادی با شوری ۱/۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر به‌عنوان بستر کشت بذر در جعبه‌های پلی‌اتیلنی به ابعاد ۶۰×۴۰×۲۰ سانتی‌متر کشت گردید. درون هر جعبه کشت با ۱۸ کیلوگرم از مخلوط خاک کاملاً یکنواخت، دو ردیف بذر چغندر قند با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از همدیگر کشت گردید. به فاصله دو سانتی‌متر (Benvenuti et al, 2005) از طرفین هر ردیف چغندر قند یک ردیف بذر سس کاشته شد. جعبه‌های کشت شده که هر کدام به‌عنوان یک تکرار از یک اکوتیپ محسوب می‌شدند در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محیط گلخانه با دمای ثابت (۲±۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. رطوبت کافی برای انجام جوانه‌زنی و رشد مناسب تامین گردید. پس از مشاهده اولین گیاهچه‌های روئیده انگل و میزبان، روند رویش و دیگر مراحل رشد و نمو و چگونگی ایجاد آلودگی توسط انگل به‌طور روزانه، ثبت گردید. در هر روز با استفاده از دماسنج کمینه-بیشینه، حداکثر و حداقل دمای روزانه در داخل گلخانه یادداشت گردید.

قدرت تهاجمی اکوتیپ‌ها

وضعیت رشد انگل و قدرت پارازیت شدن میزبان توسط اکوتیپ‌ها، از ۴۵ روز پس از کاشت و در مراحل اوج رشد رویشی انگل، به روش نمره‌دهی چشمی و ارزش عددی (Wang et al. 1995) تعیین شد. برای این منظور به وضعیت رشد و حجم پوششی انگل در هر اکوتیپ مستقر شده بر روی میزبان، امتیاز عددی متناسب با سطح آلودگی، در دامنه عددی یک تا نه، به ترتیب برای کمترین و بیشترین حد آلودگی اختصاص یافت (جدول ۲). برای دستیابی به میانگینی با سطح اطمینان بیشتر، این عملیات در شش نوبت متوالی تکرار، و میانگین شش نوبت به عنوان قدرت پارازیت کننده‌گی در نظر گرفته شد.

شروع و به مدت دو هفته ادامه یافت. سرعت جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید (Foti et al. 2002).

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{MGT} = \sum \text{TiNi} / \text{S}$$

که در این رابطه Ti زمان بعد از شروع آزمایش (روز)، Ni تعداد بذرهای جوانه زده در روز iام و S مجموع بذرهای جوانه زده در پایان آزمایش می‌باشد. آزمون‌های تعیین درصد و سرعت جوانه‌زنی و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد.

خصوصیات گیاهچه در اکوتیپ‌ها

برای اندازه‌گیری خصوصیات گیاهچه، شامل: وزن تر و خشک هزار ژرم (گیاهچه) و هم‌چنین طول گیاهچه‌ی اکوتیپ‌ها، از بذرهای تیمار شده با اسید استفاده و آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در داخل ژرمیناتور انجام شد. در هر تکرار ۵۰ عدد بذر سس بر روی کاغذهای صافی واتمن حوله‌ای با ابعاد ۱۴×۶۰ سانتی‌متر، کشت و درون یک عدد لوله پلی‌کا به طول ۱۲ سانتی‌متر قرار گرفته در داخل ظروف استوانه‌ای حاوی ۴۰۰ سانتی‌متر مکعب آب مقطر گذاشته شد. طول گیاهچه و وزن تر و خشک هزار ژرم هر اکوتیپ، ۱۴ روز پس از کشت در این بستر اندازه‌گیری شد (Benvenuti et al. 2005).

بررسی‌های گلخانه‌ای

بذر یک رقم منوژرم چغندر قند به-نام کاستیل (میزبان) به همراه بذر سس زراعی خراش‌دهی شده با اسید سولفوریک ۹۸ درصد (انگل) به صورت هم‌زمان در مخلوطی از خاک مناسب شامل: ۶۰ درصد خاک مزرعه+۳۰ درصد خاک برگ + ۵ درصد

نتایج و بحث

درصد و میانگین زمان جوانه‌زنی

اکوتیپ‌های مختلف سس زراعی، تنوع رفتاری بسیار زیادی در خصوصیات خفتگی و جوانه‌زنی بذر، قبل و بعد از تیمار با اسید، از خود نشان می‌دهند. اختلافات درصد و میانگین زمان جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها، به لحاظ آماری با احتمال ۹۹ درصد معنی دار شد ($P \leq 0.01$) (جدول ۳). دلیل معنی‌دار شدن اختلافات را می‌توان در طبیعت علف‌های هرز جستجو نمود، چرا که وجود اختلاف و عدم یکنواختی در جوانه‌زنی بذر، یکی از ویژگی‌های مهم علف‌های هرز و از دلایل موفقیت و تداوم بقاء آن‌ها در بوم نظام‌های کشاورزی است (Tang et al. 2008; Fallahpour et al. 2013).

جدول ۳ میانگین مربعات درصد و میانگین مدت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های سس قبل و بعد از تیمار با اسید

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
تیمار با اسید		بدون تیمار اسید			
میانگین زمان جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی		
۰/۳۵**	۲۸۶۲/۶**	۱/۷۱**	۲۹۸/۰۷**	۹	اکوتیپ
۰/۰۴	۱۰/۴۹	۰/۴۰۱۴	۳۸/۰۷	۳۰	خطا
۶/۷	۴/۷	۱۳/۶	۱۲		ضریب تغییرات(%)
** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد					

تغییرات درصد جوانه‌زنی بذر قبل از فرآیند شکست خواب و بعد از آن، بیانگر آن است که رفتار جوانه‌زنی اکوتیپ‌ها، تحت شرایط و زمان‌های مختلف با همدیگر متفاوت است. با انجام آزمون جوانه‌زنی (بدون تکرار) بر روی بذرهای تازه جمع‌آوری شده، اختلاف قابل توجهی در جوانه‌زنی و خواب اولیه آن‌ها

جدول ۲ تطابق نمره آلودگی با درصد آلودگی اندام هوایی میزبان توسط بافت انگل

نمره‌ی آلودگی	درصد آلودگی
۱	تا ۵ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۲	از ۵/۱ تا ۱۵ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۳	از ۱۵/۱ تا ۳۰ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۴	از ۳۰/۱ تا ۴۵ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۵	از ۴۵/۱ تا ۵۰ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۶	از ۵۰/۱ تا ۶۵ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۷	از ۶۵/۱ تا ۷۵ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۸	از ۷۵/۱ تا ۸۵ درصد سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است
۹	بیش از ۸۵ سطح اندام‌هوایی میزبان توسط بافت انگل پوشیده شده است

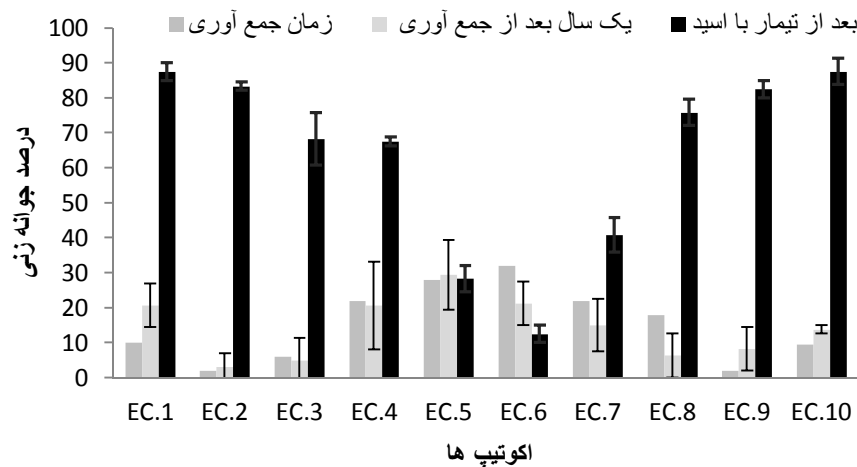
اندازه‌گیری زیست‌توده‌ی اکوتیپ‌ها

هنگامی که علف‌هرز انگلی سس مستقر شده بر روی میزبان وارد دوره زایشی و تولید بذر شد (۶۲ روز پس از کاشت)، مجموع توده انگل از روی میزبان در هر تکرار برداشت و وزن‌تر آن و همچنین وزن تر بافت میزبان اندازه‌گیری و ثبت گردید. از هر کدام از توده‌های وزن شده، یک نمونه تصادفی انتخاب و پس از توزین، به مدت ۲۴ ساعت در درون دستگاه آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه خشک شده مجدداً توزین و درصد رطوبت و ماده خشک هر اکوتیپ محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver. 9.2، و مقایسات میانگین تیمارهای آزمایشی با استفاده از آزمون LSD در سطح یک درصد انجام شد.

(2013). عکس/عمل جوانه‌زنی بذر اکوتیپ‌ها نسبت به طول مدت انبارداری و تیمار با اسید نیز بسیار متفاوت بود. نگهداری بذر به مدت یکسال پس از برداشت در انبار (قبل از تیمار با اسید)، نه تنها تأثیر چندانی بر شکست خفتگی بذر اغلب اکوتیپ‌ها نداشت بلکه در تعداد بیشتری از آن‌ها مانند اکوتیپ‌های سه، چهار، شش، هفت و هشت حتی باعث کاهش جوانه‌زنی نیز شد (شکل ۱). کاهش درصد جوانه‌زنی در این اکوتیپ‌ها را می‌توان به القاء خواب ثانویه در طول مدت نگهداری بذر در انبار مربوط دانست (Baskin and Baskin 1985; Bouwmeester and Karssen 1989).

مشاهده گردید، به‌طوریکه این تغییرات، از جوانه‌زنی دو درصدی (بیشترین خواب بذر) در اکوتیپ دو از منطقه پارس‌آباد مغان با ۳۲ متر ارتفاع از سطح دریا و با بیشترین رطوبت نسبی در بین مناطق مورد بررسی، تا ۳۲ درصد (کمترین خواب بذر) در اکوتیپ شش از منطقه‌ی جهان‌آباد قزوین با ۱۲۶۵ متر ارتفاع از سطح دریا در نوسان بود (شکل ۱). این بدان معنی است که موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی منطقه بر وضعیت جوانه‌زنی و بروز خفتگی در بذر تأثیر گذار بوده است در آزمایشات دیگر نیز اثر تفاوت اقلیم بر جوانه‌زنی بذر مشخص شده است. هم‌چنین خواب بذر اکوتیپ‌های بیابانی به طور معنی‌داری بالاتر از اکوتیپ‌های مناطق مدیترانه‌ای و به ویژه استپی سرد می‌باشد (Shahmoradi *et al.*



شکل ۱ درصد جوانه‌زنی بذراکوتیپ‌ها در زمان‌های مختلف

($Lsd_{1\%}$ برای یک‌سال بعد از جمع‌آوری و بعد از تیمار با اسید به ترتیب برابر است با ۱۱/۹۹ و ۶/۳ (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشد).

داد و با حدود ۴۰ برابر افزایش، از دو درصد به ۸۳ درصد تغییر داد. دلیل این امر را می‌توان در اثر لایه‌برداری انجام شده از روی پوسته سخت بذر سس توسط اسید سولفوریک غلیظ دانست. به عبارتی با قرار دادن بذر در اسید سولفوریک غلیظ و لایه‌برداری از روی پوسته بذر، از مقاومت فیزیکی و نفوذناپذیری پوسته در برابر

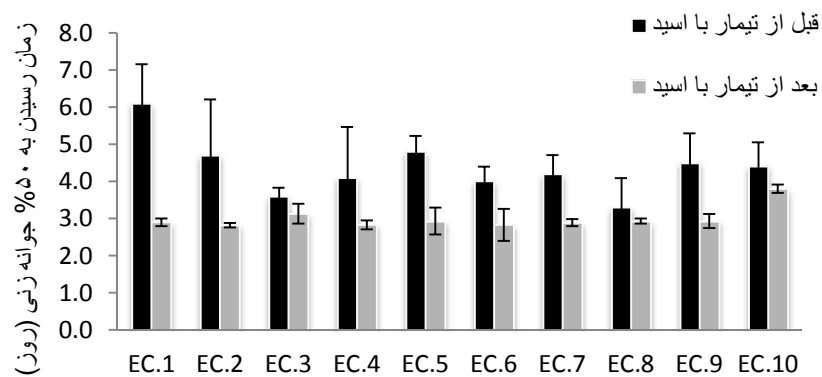
اکوتیپ‌هایی که پس از برداشت بذر، دارای کمترین درصد جوانه‌زنی بودند، نسبت به تیمار با اسید سولفوریک غلیظ بیشترین عکس‌العمل را از خود نشان داده و بیشترین درصد افزایش جوانه‌زنی و شکست خواب را داشتند، به‌عنوان مثال تیمار با اسید، در اکوتیپ شماره دو، درصد جوانه‌زنی را به‌شدت تحت تأثیر قرار

ممکن است مدت تیمار با اسید برای این اکوتیپ طولانی بوده و نیاز به زمان کمتری دارد که می‌توان در آزمایشات دیگر این امر را آزمون کرد. این نتایج نشان می‌دهد که رفتار اکوتیپ‌ها با همدیگر، در جوانه‌زنی و خفنگی بذر بسیار متفاوت است و یکی از دلایل عدم دستیابی به توفیق بیشتر در کنترل سس زراعی در عرصه‌های تولید محصولات زراعی و بوم نظام‌های کشاورزی نیز می‌تواند وجود این‌گونه رفتارهای متفاوت در فرآیند جوانه‌زنی باشد.

سرعت جوانه‌زنی یا به عبارتی زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی (MGT) یکی از معیارهای مهم ارزیابی کیفیت بذر است. تیمار بذر با اسید سولفوریک غلیظ، با تأثیر بر پوسته بذر و کاهش مقاومت فیزیکی آن و همچنین افزایش نفوذپذیری پوسته در برابر آب، کاهش مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی و ایجاد یکنواختی بیشتر در فرآیند جوانه‌زنی هر کدام از اکوتیپ‌ها باعث گردیده است (شکل ۲).

آب کاسته و عامل خفنگی بذر از بین رفت. این نتایج با نتایج دیگر محققینی که خفنگی بذر گیاه انگلی سس را به دلیل مقاومت فیزیکی و غیرقابل نفوذ بودن پوسته بذر اعلام نموده‌اند (Lyshed 1992; Jayasuriya *et al.* 2008; Fallahpour *et al.* 2013)

اکوتیپ شش (تهیه شده از استان قزوین) با بیشترین درصد جوانه‌زنی اولیه، نه تنها نسبت به نگهداری بذر در انبار و تیمار با اسید، عکس‌العمل مثبت نشان نداد بلکه جوانه‌زنی آن از ۳۲ درصد اولیه پس از یکسال نگهداری در انبار و تیمار با اسید، به‌ترتیب به ۲۱ و ۱۳ درصد نیز کاهش یافت. کاهش جوانه‌زنی بعد از تیمار با اسید در این اکوتیپ می‌تواند به دلیل عدم وجود مقاومت فیزیکی پوسته بذر در برابر جوانه‌زنی و احتمالاً وجود نوع دیگری از خفنگی در آن باشد، به طوری که تیمار با اسید غلیظ و لایه‌برداری از روی پوسته بذور آن باعث نفوذ اسید به داخل پوسته و وارد شدن خسارت به جنین گردیده است. و یا حتی



شکل ۲ سرعت جوانه‌زنی اکوتیپ‌های مختلف اکوتیپ‌ها

(LSD_{1%} به ترتیب برابر است با ۱/۲ و ۰/۳۹ بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشد.)

یک متغیر بود، این زمان پس از تیمار با اسید سولفوریک در همه اکوتیپ‌ها کاهش و دامنه تغییرات از ۲/۸ تا حداکثر ۳/۸ روز رسید. این تغییر به دلیل آن است که با خراش‌دهی بذر توسط

قبل از تیمار بذر با اسید، دامنه تغییرات سرعت جوانه‌زنی (مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی) اکوتیپ‌ها از ۳/۳ روز در اکوتیپ هشت تا حداکثر ۶/۱ روز در اکوتیپ شماره

تفاوت‌های قابل توجهی به لحاظ قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در بین اکوتیپ‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف مشاهده گردید. بیشترین وزن تر هزار ژرم با ۵/۱ گرم مربوط به اکوتیپ شماره ۹ بود که از استان البرز و شهر کرج تهیه شده است و کمترین وزن تر مربوط به اکوتیپ‌های ۶ و ۷ تهیه شده از استان قزوین بود. (شکل ۳).

دامنه اختلافات در وزن خشک هزار ژرم به مراتب بیشتر از وزن تر بود، کمترین وزن خشک با ۰/۰۹ گرم مربوط به اکوتیپ شش بود، کمترین درصد جوانه‌زنی نیز در همین اکوتیپ به دست آمد. از طرفی بیشترین تأثیر منفی تیمار با اسید، بر درصد جوانه‌زنی نیز در این اکوتیپ اتفاق افتاده است (شکل ۱). این نتایج نیز مؤید آن است که جنین‌ها در این اکوتیپ در اثر تیمار با اسید دچار آسیب گردیده‌اند و به عبارتی در این اکوتیپ مقاومت مکانیکی و نفوذناپذیری پوسته بذر نمی‌تواند عامل خفتگی اولیه بذر باشد.

اسیدسولفوریک، نفوذپذیری پوسته بذر نسبت به آب و همچنین تبادلات گازی بین جنین و محیط بیرون بهتر و از شدت مقاومت پوسته بذر در برابر خروج جنین کاسته می‌شود. این نتایج نیز مؤید آن است که فرآیند اصلی خواب اولیه در بذور سس زراعی، وجود پوشش سخت بذر و مقاومت فیزیکی در آن است.

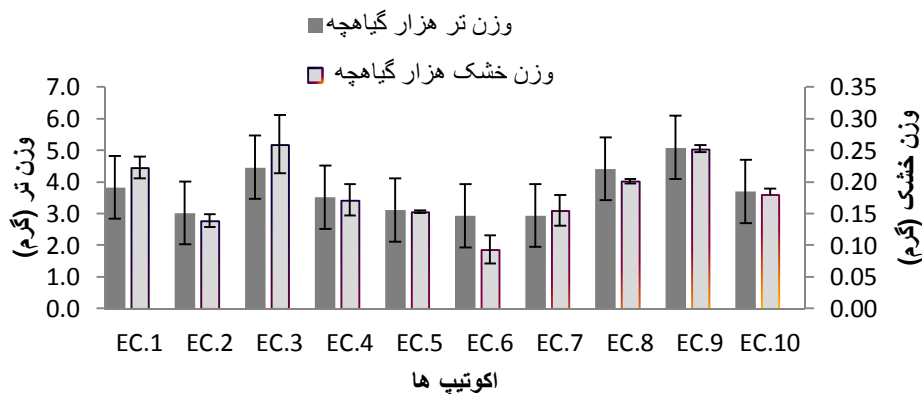
خصوصیات گیاهچه در اکوتیپ‌ها

بین اکوتیپ‌های علف‌هرز انگلی سس زراعی، از نظر زیست توده (وزن تر و خشک هزار گیاهچه) و طول گیاهچه با احتمال ۹۹ درصد ($P \leq 0.01$) اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

جدول ۴- میانگین مربعات وزن تر، وزن خشک و طول گیاهچه در اکوتیپ‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن تر	وزن	طول
اکوتیپ	۹	۲/۲۷**	۰/۰۱۱**	۵/۴۶**
خطا	۳۰	۰/۱۱۲	۰/۰۰۰۶	۰/۲۲۲
ضریب تغییرات (%)		۹	۱۰/۲	۱۰/۳

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

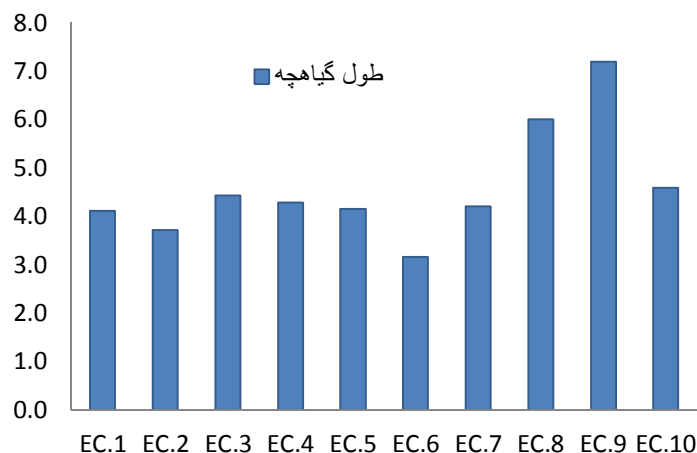


شکل ۳ وزن تر و خشک هزار ژرم در اکوتیپ‌های مختلف.

($Lsd_{1\%}$ برای وزن تر و خشک هزار ژرم، به ترتیب برابر است ۰/۶۵ و ۰/۰۳۶ (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشد).

۴). اکوتیپ شماره نه با ۷/۲ سانتی‌متر و اکوتیپ شماره شش با ۳/۲ سانتی‌متر، به ترتیب بیشترین و کمترین طول گیاهچه را در بین اکوتیپ‌ها داشتند (شکل ۴).

طول گیاهچه در اکوتیپ‌ها، ۱۴ روز پس از کشت در ژرمیناتور اندازه‌گیری شد، اختلافات طول گیاهچه در اکوتیپ‌ها از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار ($P \leq 0.01$) شد (جدول



شکل ۴ طول گیاهچه در اکوتیپ‌های مختلف. بارها نشانگر خطای استاندارد می باشد، ($Lsd_{\%1} = 0.76$)

تأیید نمود. تأثیر معنی‌دار شرایط محیطی بر خصوصیات کیفی بذر جمعیت‌های بذر سویای جمع‌آوری شده از مناطق مختلف، نیز توسط خلیلی اقدم و همکاران (Khaliliaghdam *et al.* 2012) گزارش گردید.

همچنان‌که قبلاً نیز اشاره گردید، می‌توان چنین نتیجه گرفت که، خفتگی اولیه در برخی از اکوتیپ‌ها مانند بذرهای تهیه شده از منطقه قزوین (اکوتیپ‌های ۵، ۶ و ۷)، نمی‌تواند در اثر پوسته سخت بذر و مقاومت فیزیکی ناشی از آن باشد، زیرا در اثر خراش‌دهی بذر با اسید و حذف مقاومت فیزیکی پوسته در آن‌ها، می‌بایست بذور با سرعت بیشتری جوانه‌زده و با رشد سریعتر، از زیست توده (شکل ۳) و طول گیاهچه‌ی (شکل ۴) بیشتری برخوردار می‌شدند. در حالی‌که با توجه به نتایج مندرج در اشکال اشاره شده چنین اتفاقی رخ نداده است.

قدرت تهاجمی و پارازیت‌کنندگی انگل

بین اکوتیپ‌های مختلف از نظر قدرت الوده‌کنندگی و وزن‌تر توده بافت انگلی مستقر بر روی چغندرقد در شرایط

این نتایج نیز نشان می‌دهد، اکوتیپ‌هایی که دارای خواب اولیه بیشتری بوده‌اند پس از تیمار با اسید و شکست خفتگی بذر، علاوه بر این‌که درصد جوانه‌زنی آن‌ها به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است، از قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بسیار بیشتری نیز برخوردار شده‌اند. این رفتار نوعی سازگاری طبیعی دراز مدت است که در اکوتیپ‌های گیاه انگلی سس همچون بسیاری از علف‌های هرز دیگر، در شرایط نامساعد بروز نموده و با ممانعت از جوانه‌زنی بذر مانع نابودی خود می‌شوند. ادال و همکاران (Adahl *et al.* 2006) تنوع ژنتیکی زیاد، انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری فنوتیپی بالای علف‌های هرز را در برابر آشفته‌گی‌های محیطی گزارش کردند. تحقیقات انجام شده توسط کیم و همکاران (Kim *et al.* 2004) با استفاده از نشانگرهای مولکولی RFLP (Restriction Fragment length Polymorphism) در گیاهچه‌های سس مرداب (*C. gronovii* Willd) و با استفاده از نشانگرهای ISSR (Inter-simple Sequence Repeat) و پروتئینی بر روی اکوتیپ‌های سس زراعی (*Cuscuta campestris* Yuncker) توسط تاجدوست و همکاران (Tajdoost *et al.* 2013 a) وجود تنوع در اکوتیپ‌ها را

علف‌هرز انگلی سس، به‌تنهایی نمی‌توانند معیار قابل اطمینانی از توانایی پرازیت‌کنندگی اکوتیپ‌ها در محصول زراعی چغندر قند باشند. زیرا برخی اکوتیپ‌ها مانند Ec.9 گرچه پس از خراش‌دهی با اسید، به‌لحاظ خصوصیات جوانه‌زنی و بنیه‌ی بذر در وضعیت خیلی بهتری هستند، ولی این برتری نتوانسته است موجب برتری آنها در قدرت پرازیت‌کنندگی در میزبان باشد، به‌طوری‌که Ec.9 علی‌رغم برتری در خصوصیات کیفی جوانه‌زنی مانند وزن هزار گیاهچه و طول گیاهچه، با دریافت ۲/۶ امتیاز عددی، از کمترین قدرت آلوده‌کنندگی در میزبان چغندر قند برخوردار بود، در مقابل Ec.4 که به‌لحاظ خصوصیات کیفی جوانه‌زنی در وضعیت متوسط قرار داشت، پس از اتصال به میزبان با رشد سریع خود، بالاترین قدرت آلوده‌کنندگی را بر روی چغندر قند (با دریافت نمره ۸/۷ از نه) ایجاد نمود و بشدت میزبان را آلوده کرد (شکل ۵).

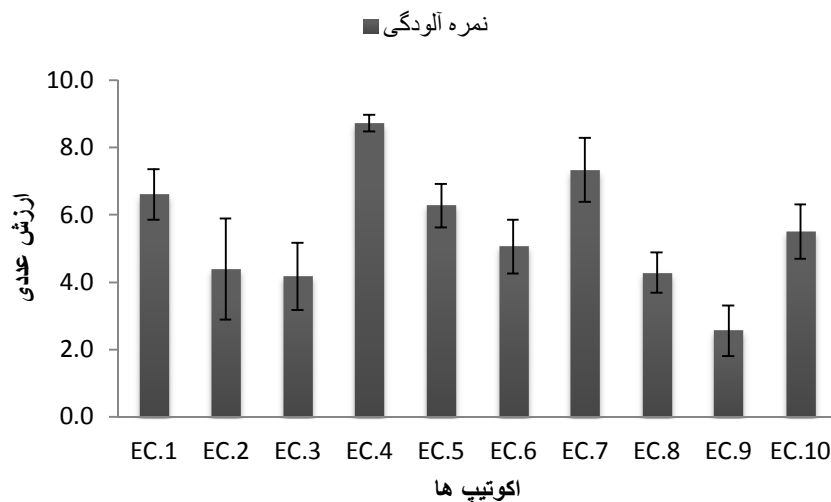
گلخانه تفاوت معنی‌دار آماری در سطح یک درصد ($P \leq 0.01$) و از نظر وزن خشک در سطح پنج درصد ($P \leq 0.01$) وجود داشت

جدول ۵ میانگین مربعات نمره‌ی آلودگی، زیست توده‌ی تر و خشک توده بافت انگلی اکوتیپ‌های مستقر بر روی میزبان

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		وزن تر	وزن نمره‌ی آلودگی
اکوتیپ	۹	۱۱/۴**	۱۱۱۸۱*
خطا	۲۰	۰/۹۲	۳۲۵۵
ضریب تغییرات		۶/۸	۵/۲
		۲۵	

* و ** معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

مقایسه نتایج گلخانه با نتایج مربوط به خصوصیات جوانه‌زنی در بخش آزمایشگاهی (اشکال ۴-۱)، می‌توان گفت که درصد جوانه‌زنی و دیگر پارامترهای تعیین قدرت جوانه‌زنی و بنیه‌ی بذر از جمله سرعت جوانه‌زنی و وزن هزار ژرم در ارتباط با



شکل ۵ قدرت آلوده‌کنندگی اکوتیپ‌های مختلف (بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشد $Lsd_{%1} = 1/22$)

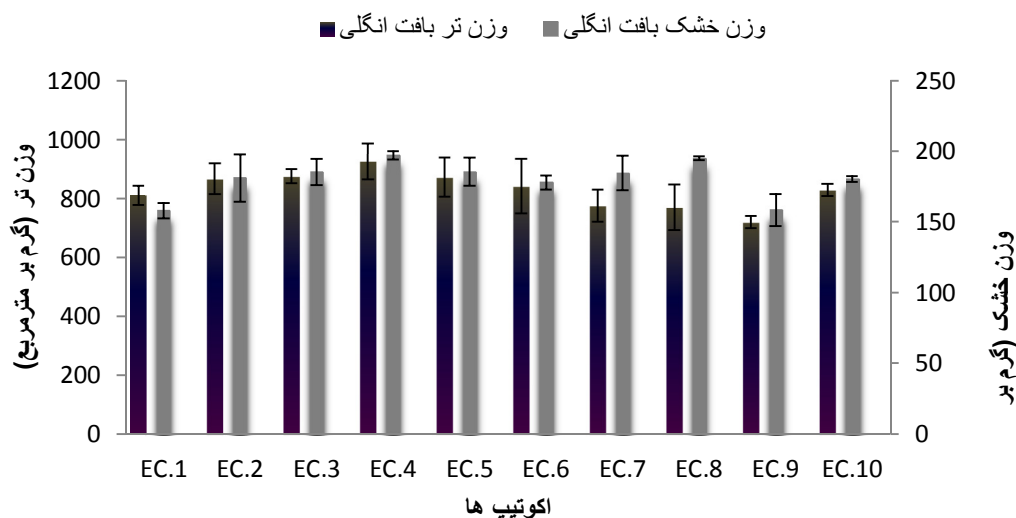
برخی از گونه‌ها و اکوتیپ‌ها قادر به جوانه‌زنی و برقراری اتصال به میزبان گردند، می‌توانند با رشد سریع و تصاعدی خود بسیار خطر آفرین باشند.

نتایج مذکور بیان‌گر آنست گرچه در انگل سس وجود خفنگی بذر عامل مهمی در عدم جوانه‌زنی محسوب می‌گردد ولی نکته مهم‌تر این‌که چنانچه تعداد بسیار محدودتری از بذرهای در

دیگر خصوصیات کیفی بذر، این اکوتیپ نسبت به دیگر اکوتیپ‌های مورد بررسی برتری خاصی نداشت ولی، پس از اتصال به میزبان با رشد سریع خود، توانست بیشترین نمره‌ی قدرت آلوده‌کنندگی میزبان را به‌خود اختصاص دهد (شکل ۶). در حال حاضر بیشترین سطح زیر کشت و تولید محصول چغندر قند کشور مربوط به استان آذربایجان غربی است. از طرفی، گزارشات متعددی به صورت رسمی (Sohrabi et al. 2001) و غیررسمی، تا کنون از آلودگی مزارع چغندر قند استان آذربایجان غربی به علف‌هرز انگلی سس زراعی و گسترش سریع آن، ارائه گردیده است که مؤید نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌باشد.

اختلاف وزن‌تر و وزن خشک اکوتیپ‌ها در سطح آماری یک درصد ($P \leq 0.01$) معنی‌دار شد (جدول ۵). لازم به ذکر است که پس از جوانه‌زنی بذور سس کشت شده در گلخانه و در زمان اتصال به میزبان، در هر جعبه‌ی کشت (در هر تکرار)، به طور یکسان فقط تعداد ۱۰ عدد گیاهچه سس نگهداری و بقیه گیاهچه‌ها حذف گردید.

بیشترین وزن‌تر و خشک بافت انگلی به‌ترتیب با مقادیر ۹۲۴ و ۱۹۷ گرم بر مترمربع از سطح آلوده میزبان، مربوط به EC.4 است که بذر آن از مزارع چغندر قند آلوده‌ی منطقه آذربایجان غربی تهیه شد (شکل ۶). گرچه از نظر جوانه‌زنی و



شکل ۶. وزن تر و خشک بافت توده انگلی اکوتیپ‌های مختلف.

(Lsd%1 برای وزن‌تر و خشک به‌ترتیب برابر است ۱۲۹ و ۲۱/۹ بارها نشانگر خطای استاندارد می‌باشد.)

بذرهای موجود در بانک بذر در سال اول قادر به جوانه‌زنی و ایجاد آلودگی در میزبان هستند، ولی نتایج به‌دست آمده بیان‌گر آن بود که داشتن درصد جوانه‌زنی بالا و بنیه بذر مطلوب در یک اکوتیپ سس نمی‌تواند دلیلی بر قدرت حمله و خسارت بیشتر آن اکوتیپ و یا بالعکس باشد، بلکه قدرت سازگاری با میزبان و توانایی رشد بیشتر یک اکوتیپ پس از برقراری اتصال با میزبان می‌تواند در

نتایج این بررسی حاکی از تنوع زیاد در بین اکوتیپ‌های مختلف علف‌هرز انگلی سس زراعی بود که به محصول چغندر قند و بسیاری از محصولات زراعی و باغی مختلف در سراسر کشور آسیب می‌رساند. از طرفی گرچه در علف‌هرز انگلی سس وجود خفتگی در بذر عامل مهمی در عدم جوانه‌زنی و یا جوانه‌زنی متناوب و نایک‌نواختی آن محسوب می‌گردد و بخش محدودی از

پس از اتصال گیاهچه‌های انگل به میزبان، با رشد سریع و تصاعدی خود توانست بیشترین آلودگی را ایجاد نماید. بنابراین باید تمهیدات لازم را در جهت جلوگیری از انتقال این اکوتیپ خطرناک به دیگر مناطق چغندرکاری کشور به عمل آورد.

ایجاد آلودگی و خسارت از درجه اهمیت بیشتری برخوردار باشد. در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی در این بررسی، اکوتیپ چهار بومی آذربایجان غربی گرچه از درصد جوانه‌زنی و دیگر خصوصیات کیفی نسبتاً متوسط و پایین‌تری برخوردار بود ولی

Reference:

منابع مورد استفاده:

- Adahl E, Lundberg P, Jonzan N. From climate change to population change: the need to consider annual life cycles. *Global Change Biology*. 2006. 12: 1627–1633.
- Afshari M, Amini-Sanjari M, Myjany C. The effects of drought and salinity on seed germination of dodder (*Cuscuta campestris*). Abstracts of the 5th Conference of Weed Science, Karaj Iran. 2013. P. 206-209. (In Persian, abstract in English)
- Baskin JM, Baskin CC. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. *Bioscience*. 1985. 35: 492–498.
- Benvenuti S, Dinelli G, Bonetti A, Catizone P. Germination ecology, emergence and host detection in field dodder (*Cuscuta campestris*). *Weed Research*. 2005. 45: 270-278.
- Bouwmeester HJ, Karssen CM. Environmental factors influencing the expression of dormancy patterns in weed seeds. *Annals of Botany*. 1989. 63: 113–120.
- Bradford KJ. Threshold models applied to seed germination ecology. *New Phytologist*. 2005;165: 338–341.
- Chauhan BS, Johnson, DE. Seed germination and seedling emergence of giant sensitive plant (*Mimosa invisa*). *Weed Science*. 2008. 56,244-248.
- Cudney DW, Lanini WT. Dodder. In: Maloy OC, Murray TD. (eds.). *Encyclopedia of Plant Pathology Volume I*. John Wiley and Sons, Inc., NY. 2000. p. 376-379.
- Fallahpour F, Kocheiki AR, Nassiri-Mahallati M, Rasttegar MF. Study resistance of sugar beet cultivar to field dodder. *Iranian Journal of Field Crop Research*. 2013. 11(2): 208-214. (In Persian, abstract in English)
- Phartyal SS, Thapliyal RC, Nayal JS, Rawat MMS, Joshi G. the influences of temperature on seed germination rate in Himalayan elm (*Ulmus Wallichiana*). *Seed Science and Technology*. 2003. 31:83-93.
- Foti S, Cosentino SL, Patane C, Dagosta, GM. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low temperatures. *Seed Science and Technology*. 2002. 30:521-533.

- Ganbari A, Afshari M, Mijani S. Effect of drought and salinity stress on emergence of field dodder. Iranian Journal of Field Crop Research. 2012. 10(2): 311-320. (In Persian, abstract in English)
- Hashem A. Biology and management of dodder- a new threat to the canola industry. Available online: <http://www.australianoilseeds.com/data/assets/pdf>. 2005.
- Holm L, Holm DLJ, Pancho JV, Herberger JP. World Weeds: Natural Histories and Distribution. John Wiley and Sons, Newyork, 1997. 1129pp.
- Jayasuriya KMGG, Baskin JM, Geneve RL, Baskin CC, Chien CT. Physical dormancy in seeds of the holoparasitic angiosperm *Cuscuta australis* (Convolvulaceae, Cuscutaceae): dormancy breaking requirements, anatomy of the water gap and sensitivity cycling. Annals of Botany, 2008. 102: 39-48.
- Khaliliaqdam N, Soltani A, Latifi N, Ghaderi-Far F. Effect of environmental conditions on soybean seed vigor in different area of Iran. Electronic Journal of Crop Production. 2012. 5(4): 87-104
- Kim AK, Ellis DJ, Sandler HA, Hart P, Darga JE, Keeney D, Bewick TA. Genetic diversity of dodder (*Cuscuta* spp.) collected from commercial cranberry production as revealed in the trnL (UAA) intron. Plant Molecular Biology Reporter. 2004. 22: 217-233.
- Krsmanovic M, Bozic D, Pavlovic D, Radivojevic L, Vrbnicanin S. Temperature effects on *Cuscuta campestris* Yunk. Seed germination. Pestic. phytomed. (Belgrade). 2013. 28(3): 187-193.
- Lian JK, Ye WH, Cao HL, Lai ZM, Wang ZM, Cai CX. Influence of obligate parasite *Cuscuta campestris* on the community of its *Mikania micrantha*. Weed Research. 2006. 46:441-443.
- Lyshed BO. Studies of mature seeds of *Cuscuta pedicellata* and *C. campestris* by electron microscopy. Annals of Botany. 1992. 69: 365-371.
- Mangolin CA, Oliveira RSJ, Machado MFPS. Genetic Diversity in Weeds. In: Alvarez-Fernandez R. (Eds). Herbicides - Environmental Impact Studies and Management Approaches, Intech, Rijeka, Croatia. 2012. ISBN 2012. 978-953-307-892-2. p. 223-248.
- Mishra JS, Moorthy BTS, Bhan M, Yaduraju NT. Relative tolerance of rainy season crops to field dodder (*Cuscuta campestris*) and its management in niger (*Guizotia abyssinica*). Crop Protection. 2007. 26:625-629.
- Nadler-Hassar T, Rubin B. Natural tolerance of *Cuscuta Campestris* to herbicides inhibiting amino acid biosynthesis. Journal of Weed Research. 2003. 43(5):341-347

- Shahmoradi SH, Chaichi MR, Mozafari J, Mazaheri D, Sharifzadeh F. Phenotypic Diversity of Caryopsis Dormancy and Its Association with Morphological Traits of Mother Plant in Iranian Climatic Ecotypes of *Hordeum spontaneum*. Seed and Plant Improvement Journal. 2013 29(1): 3:581-600. (In Persian, abstract in English)
- Sohrabi M, Ghalavand A, Rahimian H, Fotuhi K. Chemical control of dodder (*Cuscuta campestris*) in sugar beet and evaluation of phytotoxicity effects on wheat in rotation. Iranian Journal of Crop Science. 2001. 3(1): 26-33.(In Persian, abstract in English).
- Stojšin V, Maric A, Jocić B. 1991. Harmfulness of *Cuscuta campestris* Yunck. On sugar beet under varying mineral nutrition. Zastita Bilja, 42: 353-363
- Tajdoost S, Khavari-Nejad RA, Meighani F, Zand E, Noormohammadi Z. Evaluation of genetic diversity and differentiation of *Cuscuta campestris* (field dodder) ecotypes using ISSR markers. Journal of Food Agri. & Environ. 2013a. 11(1): 1072-1075.
- Tajdoost S, Khavari-Nejad RA, Meighani F, Zand E, Noormohammadi Z. Assessment of genetic diversity in *Cuscuta campestris* Yunker ecotypes based on their molecular and protein markers. Environmental Sciences. 2013b. 9(4): 93-108. (In Persian, abstract in English)
- Tang DS, Hamayun M, Ko YM, Zhang YP, Kang SM, Lee IJ. Role of red light Temperature, stratification and nitrogen in breaking seed dormancy of *Chenopodium album* L. Journal of Crop Science and Biotechnology, 2008. 11: 199-204.
- Wang Y, Liu Y, He P, Chen L, Lamikanra O, Lu J. Evaluation of foliar resistance to *Uncinula* in Chinese wild *Vitis* species. Vitis, 1995. 34(3): 159-164
- Zand E, Baghestani MA, Nezamabadi N, Shimi P. Important weeds and herbicide of Iran. Jahad-e Daneshgahi Mashad. 2012. 176pp. (In Persian)