مجله علوم گياهان زراعي ايران
دوره ۴۰، شماره ۳، ۱۳۸۸ (۶۱-۵۳)

بررسي تأثير آللوپاتيكي ريشة گياهان زراعي سرمادوست بر ظهور گياهچه و رشد اوليه سورگوم (*Sorghum bicolor*)، سويا (*Glycine max*) و ذرت (*Zea mays*)

اميد يونسي[1]*، فرزاد شريف زاده[2] و فرهاد فتاحي نيسياني[3]
۱، ۲، دانشجوي دكتري و استاديار، پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران
۳، دانشجوي كارشناسي ارشد، دانشگاه تربيت مدرس
(تاريخ دريافت: ۸۶/۸/۶ - تاريخ تصويب: ۸۷/۴/۱۲)

چكيده

به منظور بررسي تأثير آللوپاتيك ترشحات ريشة گياهان زراعي سرمادوست بر ظهور گياهچه و رشد اولية گياهان زراعي سورگوم، ذرت و سويا كه در تناوب با آنها كشت مي‌گردند، آزمايشي در آزمايشگاه تحقيقات بذر و گلخانه گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشكده علوم زراعي و دامي پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران بصورت كرت دو بار خردشده و در قالب طرح بلوك كامل تصادفي با ۳ تكرار اجرا شد. تيمارهاي آزمايش شامل: گياهان زراعي سرمادوست (گندم، جو، چاودار، نخود) همراه با شاهد (نكاشت)، گياهان زراعي بهاره (سورگوم، سويا و ذرت) و تاريخ كاشت (كشت بلافاصله پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيك گياهان سرمادوست،۲ و٤ هفته پس از آن) به ترتيب به عنوان عامل اصلي، عامل فرعي و عامل فرعي فرعي در نظر گرفته شدند. كليه صفات اندازه گيري شده (درصد و سرعت ظهور گياهچه، ارتفاع بوته و وزن زيست تودة قسمت هوايي) تحت تاثير تيمارهاي آزمايش قرار گرفتند. چاودار شديدترين اثرات آللوپاتيك را بر گياهان مورد ارزيابي داشت و سويا بيشترين حساسيت را نسبت به دو گياه ديگر نشان داد. تأخير در كاشت گياه بعدي شدت اثر ترشحات ريشة گياهان زراعي سرمادوست را كاهش داد، بطوريكه تأخير ٤ هفته‌اي در كاشت گياه بعدي تاثير معني‌داري بر خصوصيات رويشي گياهان داشت. ميانگين درصد و سرعت ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي با گذشت ٤ هفته از پايان رسيدگي فيزيولوژيك افزايش يافت. همچنين روند افزايشي وزن زيست تودة قسمت هوايي گياهان مورد ارزيابي با گذشت زمان مشاهده گرديد.

واژه هاي كليدي: گياهان سرمادوست، گياهان بهاره، ترشحات ريشه، ظهور گياهچه، رشد اوليه.

مقدمه

در طي چند دهة گذشته استفاده از علف كش‌ها باعث بروز مشكلاتي نظير مقاومت علف‌هاي هرز به آنها و اثرات سوء علف‌كش‌ها بر سلامتي انسان و محيط گرديده است. بنابراين نياز به استفاده از روش‌هاي جديد و كاهش مصرف علف‌كش‌ها به علت هزينه‌هاي بالا، ايجاد گونه‌هاي مقاوم به علف‌كش و خطرات آنها براي جانداران غير هدف بيش از پيش احساس مي‌گردد و استفاده از قدرت ذاتي گياهان شامل قدرت رقابت بالا و توليد مواد آللوپاتيك بازدارنده رشد، به عنوان گامي در جهت كاهش مصرف علف‌كش‌ها و حفظ يك محيط زندگي سالم براي نسل‌هاي آينده مطرح گرديده است (Duke, 1987). واژة آللوپاتي براي

* نويسنده مسئول: اميد يونسي تلفن: ۰۹۱۳-۳۰۵۸۷۰۸ E-mail: omid_younesi_57@yahoo.com

اولين بار توسط موليچ در سال ۱۹۳۷ براي بيان اثرات متقابل شيميايي در بين گياهان ابداع گرديد. وي آللوپاتي را به اثرات زيان بخش اعمال شده از طرف گياهان عالي يك گونه بر جوانه‌زني، رشد و يا نمو گياهان گونه ديگر تعريف كرد (Zand et al., 2004). بنابر اظهارات Lu & Yanar (2004) در حدود ده هزار تركيب شيميايي توسط گياهان براي مقابلة با آفات، بيماري‌ها و ساير گياهان توليد مي‌شود كه به علت داشتن طيف وسيع فعاليت مي‌توان اين مواد را عناصر چند منظورة دفاعي تلقي نمود. اسيدهاي آلي سادة قابل حل در آب، تانن‌ها ، ترپنوئيدها، فنوليك اسيدها و بنزوئيك اسيدها در زمرة انواعي از متابوليت‌هاي ثانويه با خاصيت آللوپاتي مي‌باشند و مواد آبشوئي شده از برگ‌ها تحت‌تاثير بارندگي و يا ريزش مه، عصارة گياهان، بقاياي گياهي، فراورده‌هاي ناشي از تجزية ميكروبي آنها و ترشحات ريشه، به عنوان مواد حامل تركيبات شيميايي آللوپاتيك شناخته شده‌اند (Hejazi, 2000). در بسياري از گياهان زراعي كه هم اكنون كشت مي‌گردند، حضور و نقش بارز آللوكيميكال‌ها در كنترل علف‌هاي هرز و كاهش تراكم آنها در محصولات بعدي به اثبات رسيده و با افزايش تمايل استفاده از روش-هاي شخم حفاظت شده و حفظ بقاياي گياهي در سطح خاك بويژه، نقاطي كه با كمبود آب و نزولات آسماني مواجه هستند، نقش اين مواد آللوپاتيك در كنترل علف-هاي هرز پر رنگ‌تر گرديده است. Chema et al. (1998) طي بررسي‌هاي آزمايشگاهي و گلخانه‌اي پتانسيل آللوپاتيكي عصارة آبي كاه و كلش گندم را بر جوانه‌زني و رشد پيچك صحرايي مشاهده كردند، كه عصارة آبي كاه و كلش گندم بطور معني‌داري در تمامي غلظت ها از جوانه-زني و رشد پيچك صحرايي جلوگيري كرد. در اين راستا Jung et al. (2004) نيز گزارش كردند كه عصارة آبي اندام هوايي برنج به ميزان ۵۹ درصد از جوانه‌زني علف‌هرز سوروف جلوگيري به عمل آورد.

با اين وجود مواد مترشحه از اندام‌هاي زنده و بقاياي گياهي علاوه بر تأثيرات مثبت در كنترل علف‌هاي هرز، مي‌توانند بر جوانه‌زني و رشد اولية گياهاني كه در تناوب زراعي با آنها كشت مي‌گردند، اثرات منفي بگذارند و از ايجاد يك پوشش سبز يكنواخت در اوايل فصل رشد كه بتواند حداكثراستفاده از منابع محيطي را به عمل آورد، جلوگيري كرده و موجب كاهش ميزان عملكرد و بيوماس توليدي گردند. مقدار و چگونگي رهاسازي، محلول شدن و اثرگذاري مواد آللوپاتيك در گياهان مختلف بسيار متغيير مي‌باشد و مدت زمان لازم براي خنثي شدن اثر اين مواد بسته به عواملي همانند فعاليت ميكروارگانيزم‌ها، بافت خاك، شرايط اقليمي منطقه و رطوبت خاك متفاوت مي‌باشد، بنابراين فاصلة زماني كشت محصولات زراعي از يكديگر در تناوب مي‌تواند در ميزان و شدت تأثير مواد آللوكيميكال آزاد شده بر ديگر گياهان موثر باشد (Kruse & Strandberg, 2000).

گندم، جو، چاودار و نخود، گياهاني داراي توانمندي آللوپاتيك بوده و حضور مواد آللوكيميكال در اندام هوايي و زيرزميني آنها به اثبات رسيده است (Barnes & Putnam, 1987; Chase et al.,1991; Mwaja et al., 1995; Narwal, 1996). اين گياهان در تناوب با محصولات بهاره، همچون سويا، سورگوم، ذرت و محصولاتي ديگري كه براي رشد و نمو نياز به آب و هوايي گرم دارند، كشت مي‌گردند. بقاياي به جاي مانده از اين محصولات مي‌تواند تاثير منفي بر جوانه‌زني و رشد اولية گياهان بهاره مذكور اعمال نمايند. جمع آوري و خارج‌سازي بقاياي گياهي از سطح مزرعه با هدف كاهش تأثيرات منفي آنها مي‌تواند تا حدودي مفيد باشد، وليكن در اغلب موارد ريشة محصولات قبلي در خاك باقي مانده و با شخم و تسطيح زمين براي محصولات بعدي همراه با وقوع بارندگي‌هاي بهاره، زمينة لازم را براي تجزيه و آزادسازي اين مواد در خاك فراهم و موجبات كاهش جوانه‌زني و رشد آنها مي‌گردد. لذا با توجه به مطالب مذكور و لزوم شناسايي امكان وجود پتانسيل آللوپاتيك گياهان زراعي و تعيين چگونگي تأثير آنها بر رشد و نمو گياهان، در اين تحقيق پتانسيل آللوپاتيك ريشة گياهان زراعي چاودار، جو، نخود و گندم بر جوانه‌زني و رشد اولية سويا، سورگوم و ذرت كه عمدتاً در تناوب با آنها قرار مي‌گيرند، مورد ارزيابي قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش در سال زراعي ۱۳۸۵- ۱۳۸۴ در آزمايشگاه تحقيقات بذر و گلخانه دانشكده علوم زراعي و دامي پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران و به منظور بررسي اثرات آللوپاتيك مواد ترشح شده از ريشة گياهان زراعي سرمادوست گندم، جو، چاودار و نخود بر ظهور گياهچه و رشد اوليه گياهان زراعي بهارة سورگوم،

ذرت و سويا كه در تناوب با آنها كشت مي‌گردند، انجام گرديد. آزمايش بصورت كرت‌هاي دوبار خرد شده و در قالب طرح بلوك‌هاي كامل تصادفي با ۳ تكرار اجرا شد. گياهان زراعي سرمادوست (گندم، جو، چاودار، نخود) همراه با شاهد(نكاشت)، گياهان زراعي بهاره سورگوم (رقم كيميا)، سويا (رقم كلارك) و ذرت (دورگ سينگل كراس ۷۰٤) و تاريخ كاشت (زمان اول: كاشت بلافاصله پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيكي و برداشت گياهان سرمادوست، زمان دوم: كاشت دو هفته پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيك و برداشت گياهان سرمادوست، زمان سوم: كاشت ٤ هفته پس از پايان رشد فيزيولوژيك و برداشت گياهان سرمادوست) به ترتيب به عنوان عامل اصلي، عامل فرعي و عامل فرعي فرعي در نظر گرفته شدند. گياهان سرمادوست، گياهان مورد ارزيابي و تاريخ‌هاي كشت بترتيب در كرت‌هاي اصلي، فرعي و فرعي فرعي قرار گرفتند.

براي اجراي اين طرح ابتدا در گلدان‌هاي سفالي كه حاوي خاك با بافت رسي لومي و با وزن تقريبي ۱۸۷۵ گرم بودند، تعداد ۵ بذر از هريك از گياهان زراعي سرمادوست كشت و پس از استقرار كامل، تعداد بوته‌ها در هر گلدان به دو عدد تنك و در خارج از گلخانه تا پايان رسيدگي فيزيولوژيك بطور يكسان آبياري شدند. پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيك كليه گلدان‌ها به گلخانه انتقال يافتند و پس از حذف و برداشت قسمت‌هاي هوايي هريك از گياهان زراعي سرمادوست طبق برنامة زمان‌بندي شده بذرهاي گياهان بهاره مورد ارزيابي در آنها كشت شدند. شايان ذكر است كه تيمار شاهد بدون كشت گياه زراعي در نظر گرفته شد، تا اثر گياهان سرمادوست بر روي گياه بعدي با شاهد مقايسه گردد.

به منظور تعيين تعداد بذرهاي هر يک از گياهان مورد ارزيابي كه مي‌بايست در هر گلدان كشت مي‌گرديد، آزمايشي در ۳ تكرار انجام شد. محيط كشت در اين آزمايش ظرف‌هاي پتري استريل شده به قطر ۹ سانتي‌متر بود كه در كف آن يک عدد كاغذ صافي واتمن شماره يک استريل شده قرار گرفت. بذرها جهت ضدعفوني به مدت ۳۰ ثانيه در محلول هيپوكلريت سديم ۱۰ درصد غوطه‌ور و بلافاصله با آب مقطر شستشو شدند. سپس در هر ظرف ۲۵ عدد بذر سالم قرار داده شد و مجموع آنها در داخل اتاقك جوانه‌زني مستقر و دماي اتاقك جوانه‌زني روي ۲۵ درجه سانتي گراد ثابت شد.

با توجه به درصد جوانه‌زني هر يك از گياهان مورد ارزيابي در مدت ۷ روز (سورگوم و ذرت ۱۰۰ درصد جوانه زني و سويا ۹۳ درصد جوانه زني) و بر مبناي ۵ بذر سالم و زنده در هر گلدان ۶ بذر سويا و ۵ بذر سورگوم و ذرت كشت گرديد. گياهان مورد ارزيابي در هر تيمار پس از استقرار كامل و تعيين درصد و سرعت ظهور گياهچه در حد دو بوته در گلدان تنك و به مدت ۳۰ روز در اين گلدان‌ها رشد يافتند. مقدار رطوبت نسبي گلخانه در حدود ۶۵ درصد در طول دورة آزمايش ثابت نگهداشته شد و ميانگين دماي گلخانه در روز حدود ۲۵ درجة سانتي‌گراد و در شب در حدود ۱۷ درجة سانتي‌گراد در نوسان بود. آبياري گياهان بهاره مورد ارزيابي با دست و بر اساس نياز گياه صورت گرفت.

صفات رويشي اندازه‌گيري شده در مورد گياهان مورد ارزيابي به ترتيب عبارت بودند از:

۱. درصد ظهور گياهچه: تعيين نسبت تعداد بذرهاي جوانه‌زده به كل بذور كشت شده براساس كشت ۵ بذر سالم با قوه ناميه ۱۰۰ درصد در هر گلدان.

۲. سرعت ظهورگياهچه: تعيين ميانگين تعداد بذور جوانه زده برحسب روز و پس از دو هفته از تاريخ كاشت با استفاده از فرمول ماگوير (Maguire, 1962).

$$SER = \frac{1}{\sum n_i d_i / \sum n}$$

SER[1] = سرعت ظهور گياهچه، ni = تعداد بذرهاي ظاهر شده در روز n ام، di = تعداد روز تا شمارش i ام و n =تعداد كل بذور

۳. ارتفاع بوته: اندازه‌گيري از قاعده تا آخرين گره ساقه

٤. زيست‌تودة قسمت‌هاي هوايي: تعيين ميانگين وزن قسمت‌هاي هوايي شامل ساقه و برگ‌ها پس از پايان دوره ۳۰ روزه

تجزيه و تحليل داده‌هاي حاصل از اندازه گيري صفات توسط نرم افزار Mstatc انجام گرديد. قبل از انجام تجزية واريانس داده‌ها، نرمال بودن آنها بررسي شد. براي نرمال بودن داده‌ها از نرم افزار Minitab استفاده گرديد. مقايسة

1. Seedling emergence rate

میانگین هر صفت به کمك آزمون چند دامنه‌اي دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بدست آمده بیانگر اثر بازدارندگي مواد آللوپاتیك ترشح شده از ریشة گیاهان زراعي سرمادوست (چاودار، گندم، جو و نخود) بر روي خصویات رویشي گیاهان بهارة مورد ارزیابي در این آزمایش بود (جدول۱). مواد آللوپاتیك ترشح شده از ریشة گیاهان سرمادوست شاخص‌هاي مختلف رشد گیاهان مورد ارزیابي را تحت‌تأثیر قرار داد و کاهش معني‌دار این شاخص‌ها را نسبت به شاهد موجب شد. با این وجود میزان این کاهش بسته به گیاه مورد ارزیابي و صفت اندازه‌گیري شده متفاوت بود.

درصد ظهور گیاهچه

اثر کلیة تیمارهاي اصلي و برهمکنش آنها بر در صد ظهور گیاهچه گیاهان مورد ارزیابي معني‌دار گردید (جدول۱). کمترین میانگین درصد ظهور گیاهچه گیاهان بهاره در تناوب با چاودار بدست آمد (جدول۲). ظهور گیاهچه بذرهاي سویا از حساسیت بالاتري نسبت به دوگونة دیگر برخوردار بود و مواد آللوپاتیك ترشح شده از ریشة تمامي گیاهان زراعي سرمادوست منجر به کاهش معني‌دار درصد ظهور گیاهچه این بذرها نسبت به شاهد گردید. با این وجود سورگوم و ذرت واکنش معني‌داري نسبت به مواد مترشحه از ریشة گندم به لحاظ درصد ظهور گیاهچه از خود نشان ندادند. کمترین درصد ظهور گیاهچه بذرهاي سویا در تناوب با چاودار و نخود بدست آمد، که این گیاهان اثرات محدود کننده‌اي را روي ذرت و سورگوم نیز اعمال نمودند. روند تغییرات درصد ظهور گیاهچه ذرت و سورگوم در تناوب چاودار و گندم مشابه بود، ولیکن حساسیت درصد ظهور گیاهچه بذرهاي ذرت به مواد آللوپاتیك ترشح شده از ریشة جو و نخود نسبت به سورگوم بیشتر بود. سایر مطالعات انجام گرفته در این زمینه نتایج مشابهي را گزارش نموده و نقش مؤثر مواد آللوپاتیك آزاد شده از اندام‌هاي زنده و بقایاي گیاهي بر جوانه‌زني گیاهان همراه، گیاهان که در تناوب قرار مي‌گیرند و به ویژه در کنترل علف‌هاي هرز مورد تأیید قرار داده‌اند (Duke, 1986; Kruse & Strandberg, 2000; Lu & Yana, 2000، Perez et al. (1993) گزارش کردند که تراوش هیدروگزامیك اسیدها از ریشة چاودار موجب کاهش۸۳ درصدي تراکم علف‌هاي هرز گردید. همچنین بر اساس تحقیقات مزرعه‌اي گروهي از محققان، بقایاي چاودار و آللوکیمیکال‌هاي آن مي‌توانند بطور مؤثري جوانه زني و رشد اولیه گیاهچه تاج‌خروس را به مدت ۴ تا ۸ هفته بسته به شرایط آب و هوایي کنترل کنند (Nawal, 1996). Abbasdokht & Chaichi (2003) گزارش کردند که افزایش مقدار کاه و کلش ارقام نخود در خاك منجر به کاهش درصد جوانه‌زني سورگوم و سویا گردید. به نظر مي‌رسد اثرات مشاهده شده ناشي از فعالیت مواد آللوپاتیکي که غالباً بصورت تأخیر یا جلوگیري از جوانه‌زني بذر بروز نموده، ناشي از اثرات اولیة این مواد بر واکنشهاي متابولیکي باشد. واکنش‌هاي حیاتي همانند تقسیم سلولي، تولید هورمون‌ها، پایداري و نفوذ پذیري غشاء، فتوسنتز، تنفس و... مي‌توانند به عنوان هدف و نقطة اثر براي مواد آللوپاتیك مطرح باشند (Hejazi, 2000).

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ترشحات ریشه گیاهان سرمادوست و تاریخ کاشت بر صفات اندازه گیري شده در گیاهان بهاره مورد ارزیابي

تیمار	صفات			
	درصد ظهور گیاهچه	سرعت ظهور گیاهچه	ارتفاع بوته	وزن زیست توده
گیاهان سرمادوست	۸۸۳۳/۰۴ **	۳۷۴/۱۶ **	۳۰/۴ **	۱/۵۲ **
گیاهان بهاره	۲۵۳۲/۳۵۶ **	۲۱/۹۷ **	۲۵/۷۶ **	۳/۵۴ **
تاریخ کاشت	۲۷۳۷/۳۵۶ **	۷۷/۵۳ **	۶/۰۶۳ ns	۰/۴۲ **
گیاهان پاییزه × گیاهان بهاره	۱۱۳/۷۰ **	۲۴/۴۶ **	۰/۷۱ **	۱/۸۴ **
گیاهان پاییزه × تاریخ کشت	۲۳۷/۱۴۳ **	۴۴/۹ **	۰/۷۷ **	۰/۴۳ **
گیاهان بهاره × تاریخ کشت	۴۶/۵۱ **	۱۲/۶۳ **	۰/۶۷ ns	۰/۳۸ ns
گیاهان پاییزه × گیاهان بهاره × تاریخ کشت	۴۶/ ۹۱ *	۱۸/۵۷ ns	۰/۷۱ *	۰/۱۱ ns

* و ** به ترتیب، معني‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و ns غیر معني دار.

ميانگين درصد ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي در تيمار كشت بلافاصله پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيك نسبت به تيمارهاي ديگر (۲ و ۴ هفته پس ازپايان رسيدگي فيزيولوژيك) كاهش معني‌داري را نشان داد و افزايش درصد ظهور گياهچه آنها همگام با تأخير ۲ و ۴ هفته‌اي در كاشت مشاهده گرديد. تأخير ۲ و ۴ هفته‌اي در كاشت موجب افزايش ميانگين درصد ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي در تناوب با گندم، چاودار و جو گرديد و اثرات آللوپاتيك آنها بر گياهان مورد ارزيابي كاهش يافت. با اين حال گياه نخود از پايان رسيدگي فيزيولوژيك تا ۲ هفته تأخير در كشت اثرات آللوپاتيك خود را حفظ نموده و اثرات منفي آن بر درصد ظهور گياهچه گياهان مورد مطالعه محسوس بود.

در ميان گياهان مورد ارزيابي سويا بيشترين ميزان تغييرات درصد ظهور گياهچه را داشت و افزايش ۱۹ درصدي ظهور گياهچه را در تيمار ۴ هفته‌اي تأخير در تاريخ كاشت نشان داد. شدت اين تغييرات در سورگوم و ذرت كمتر بود و تأخير ۴ هفته‌اي در زمان كاشت روي درصد ظهور گياهچه آنها چندان مؤثر نبود. مواد آللوپاتيك آزاد شده از بقاياي گياهي مدت زمان معيني قادر به بقاء و تداوم عمل خود در خاك مي‌باشند و مدت زمان لازم براي خنثي شدن اثر اين مواد بسته به عواملي نظير فعاليت ميكروارگانيزم‌ها، بافت خاك، شرايط اقليمي منطقه و رطوبت خاك متفاوت مي‌باشد (Kruse & Strandberg, 2000). بنابراين به نظر مي‌رسد كشت محصولات زراعي با رعايت فاصلة زماني از يكديگر و با توجه به عواملي نظير خصوصيات ژنتيكي گياهان و شرايط اقليمي منطقه مي‌تواند تا حدود زيادي در كاهش تأثيرات منفي مواد آللوپاتيك آزاد شده از آنها مؤثر واقع گردد.

سرعت ظهور گياهچه

كلية تيمارهاي اصلي و برهمكنش آنها داراي اثر معني‌داري بر سرعت ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي بودند (جدول ۱). كمترين سرعت جوانه‌زني گياهان مورد ارزيابي در تناوب با چاودار بدست آمد (جدول ۲). سرعت جوانه‌زني بذرهاي سويا نسبت به دو گونة ديگر كمتر بود و بيشترين حساسيت را نسبت به مواد آللوپاتيك ترشح شده از ريشة گياهان از خود نشان داد. واكنش گياهان بهاره مورد ارزيابي نسبت به مواد آللوپاتيك ترشح شده از ريشة گياهان زراعي سرمادوست با يكديگر تفاوت داشت. اثرات بازدارندة مواد ترشح شده از ريشة گندم بر سرعت ظهور گياهچه سويا كاملاً محسوس و بارز بود، ولي در خصوص سورگوم و ذرت تفاوت شديدي مشاهده نشد. اين نتايج بيانگر حساسيت بالاي سويا به مواد آللوپاتيك آزاد شده از ريشه‌هاي گندم مي‌باشد.

تأخير در تاريخ كاشت گياهان سرمادوست تأثير معني‌داري را بر سرعت ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي داشت و تأخير ۴ هفته‌اي در تاريخ كشت موجب افزايش سرعت ظهور گياهچه گياهان بهاره نسبت به شاهد گرديد. شدت اثر مواد آللوپاتيك با گذشت زمان تحت تأثير ميكروارگانيزم‌هاي خاك كاهش مي‌يابد و شدت حساسيت گياهان مورد ارزيابي و مدت زمان ماندگاري مواد آللوپاتيك در خاك، چگونگي واكنش آنها را تعيين مي‌كند (Kruse & Strandberg, 2000). تأخير زماني در كاشت گياهان بهاره واكنش‌هاي متفاوتي را بر روي سرعت ظهور گياهچه آنها در قبال گياهان زراعي سرمادوست در بر داشت. در ذرت تأخير ۲ و ۴ هفته در كشت تأثير معني-داري را بر سرعت ظهور گياهچه آنها نداشت و اختلاف معني‌داري در اين صفت با شاهد مشاهده نگرديد. با اين وجود گذشت ۴ هفته از برداشت گياهان سرمادوست موجب افزايش معني‌دار سرعت ظهور گياهچه بذور سويا و سورگوم گرديد. ميانگين سرعت ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي در تناوب با گندم و جو با گذشت زمان از پايان رسيدگي فيزيولوژيك و كاهش اثر اللوپاتيك آنها بر گياهان مورد ارزيابي افزايش يافت كه اين پديده نشان دهندة عدم پايداري و تجزية مواد آللوپاتيك آزاد شده از ريشة آنها مي‌باشد. در خصوص نخود و چاودار قدرت حفظ و پايداري مواد آللوپاتيك بيشتر بود، بطوريكه با گذشت مدت زمان ۲ هفته از پايان رسيدگي فيزيولوژيك همچنان اثرات منفي خود را بر سرعت ظهور گياهچه بذور حفظ نمود. ميانگين سرعت ظهور گياهچه گياهان مورد ارزيابي در تناوب با چاودار و نخود در تيمارهاي شاهد و ۲ هفته پس از برداشت با هم برابر بود، وليكن در تيمار ۴ هفته پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيك افزايش معني‌داري يافت. كاهش سرعت ظهور گياهچه تحت تأثير مواد آللوپاتيك موجود در بقاياي گياهي مي تواند به عنوان فاكتوري منفي در كاهش قدرت رقابت گياه بعدي با علف‌هاي هرز و كاهش ميزان استقرار اولية آنها عنوان گردد (Martin et al., 1990).

ارتفاع بوته

کلية تيمارهاي اصلي و برهمکنش آنها داراي اثر معني‌دار بر روي ارتفاع گياهان مورد ارزيابي بودند (جدول۱). کمترين ارتفاع بوته در تناوب با چاودار و نخود بدست آمد. کاهش ارتفاع گياهان مورد ارزيابي در تناوب با گياهان مذکور مي‌تواند نشان‌دهندة شدت اثر آللوپاتيك اين گياهان نسبت به ديگر گياهان سرمادوست مي‌باشد. از ميان گياهان مورد ارزيابي سويا داراي کوتاه‌ترين و ذرت بلندترين ارتفاع بوته بودند. واکنش منفي گياهان مورد ارزيابي نسبت به گياهان سرمادوست تا حدود زيادي يکسان بود و تقريبا تمام گياهان بهاره، بيشترين عکس‌العمل منفي را در تناوب با چاودار از خود نشان دادند و گندم و جو کمترين اثر آللوپاتيك را روي ارتفاع بوته داشتند.

تأخير در تاريخ کاشت تأثير محسوسي بر ارتفاع بوتة گياهان مورد ارزيابي نداشت و تفاوت معني‌داري ميان شاهد با ديگر تيمارها مشاهده نگرديد. عکس العمل ذرت و سويا به تاريخ کشت چندان محسوس نبود و تأخير ۲ و ۴ هفته‌اي در تاريخ کاشت موجب افزايش ارتفاع بوتة آنها نگرديد، وليکن با ۴ هفته تأخير در تاريخ کشت ارتفاع سورگوم نسبت به تيمار شاهد افزايش معني‌داري يافت. شديدترين اثرات آللوپاتيك بر روي ارتفاع بوته گياهان مورد ارزيابي در تناوب با چاودار و نخود بدست آمد و تأخير ۲ و ۴ هفته در تاريخ کشت بعد از چاودار و نخود نتوانست تأثير محسوسي بر ارتفاع بوته گياهان بهاره اعمال نمايد. اين در حالي است که ميانگين ارتفاع بوتة گياهان بهاره در تناوب با گندم و جو و در تيمار ۲ هفته پس از برداشت افزايش معني‌داري را نسبت به شاهد نشان داد. به نظر مي‌رسد چاودار و نخود اثرات بازدارندة خود را قبل از زمان به پايان رسيدن رسيدگي فيزيولوژيك در خاك باقي گذاشته و اين اثرات تا ۴ هفته بعد نيز ادامه داشته است. در اين خصوص Chaichi & Edalatifard (2004) اظهار داشتند که برخي از لاين‌هاي نخود سياه تا چندين هفته پس از برداشت، اثر بازدارندة خود را حفظ نموده و مانع از افزايش ارتفاع گياهان سورگوم و سويا گرديدند.

وزن زيست تودهٔ قسمت هاي هوايي

اثر تيمارهاي اصلي و برهمکنش آنها بر وزن زيست-تودة قسمت‌هاي هوايي گياهان مورد ارزيابي معني‌دار بود (جدول۱). ميانگين وزن زيست‌تودة گياهان مورد ارزيابي که بعد از چاودار کشت شده بودند نسبت به ديگر گونه‌ها کمتر بود. ذرت بيشترين زيست‌توده را طي دورة آزمايش در مقايسه با دو گياه زراعي ديگر توليد کرد. خصوصيات ژنتيکي و حساسيت کمتر اين گياه نسبت به مواد آللوپاتيك ترشح شده توسط ريشه گياهان سرمادوست مي‌تواند تا حدودي توجيه‌کننده نتايج بدست آمده باشد. کمترين زيست توده در سويا و در تناوب با چاودار بدست آمد که اين گياه همچنين اثرات محدود کننده‌اي را بر زيست‌تودة ذرت و سورگوم اعمال نمود. بطور کلي مي‌توان نتيجه گرفت که تقريباً تمام گياهان زراعي سرمادوست وزن زيست‌تودة توليدي در گياهان مورد ارزيابي را نسبت به شاهد کاهش دادند. کاهش زيست‌تودة گياهان بهاره مورد ارزيابي درتناوب با گياهان سرمادوست ممکن است ناشي از ترشح مواد آللوشيميايي از اين گياهان و حساسيت رشد اولية گياهان مورد ارزيابي به اين مواد باشد. هرچند جذب عناصر غذايي توسط گياهان سرمادوست و يا نسبت بالاي C/N مي تواند به عنوان ديگر عوامل مؤثر بر کاهش زيست تودهٔ گياهان بهاره مورد ارزيابي مطرح گردد.

تاريخ کاشت گياهان زراعي بهاره تأثير کاملاً محسوسي بر زيست‌تودة آنها داشت و با گذشت ۴ هفته از برداشت گياهان سرمادوست، مقدار عملکرد زيست‌تودة گياهان مورد ارزيابي نسبت به شاهد (کشت بلافاصله پس از برداشت گياهان پاييزه) افزايش يافت. افزايش عملکرد زيست‌تودة گياهان مورد ارزيابي پس از ۴ هفته مي تواند نشان دهندة کاهش اثرات مواد آللوپاتيك ترشح شده از ريشة گياهان سرما دوست است. احتمالاً با گذشت زمان به ميکروارگانيزم‌هاي خاك فرصت کافي داده مي‌شود و مي‌توانند اثرات منفي مواد ترشح شده از ريشة گياهان سرمادوست را خنثي نمايند، يا اينکه بر نسبت C/N اثر مي‌گذارند. ميانگين عملکرد زيست‌تودة گياهان بهاره در تناوب با گندم، جو و نخود در تيمارهاي ۲ و ۴ هفته پس از پايان رسيدگي فيزيولوژيك با هم برابر بود، وليکن تأخير ۲ هفته‌اي موجب افزايش معني‌دار زيست‌تودة گياهان مورد ارزيابي نسبت به شاهد گرديد. شدت تداوم اثرات منفي اللوپاتيك چاودار بر وزن زيست‌تودة گياهان نسبت به ديگر گونه‌هاي پاييزه کمتر بود و تأخير ۲ و ۴ هفته‌اي موجب افزايش معني‌دار وزن زيست‌تودة گياهان مورد ارزيابي گرديد. با توجه به عدم افزايش ارتفاع گياهان مورد

ارزيابي در تناوب با چاودار، افزايش وزن زيست تودة گياهان مورد ارزيابي در تناوب با گياه چاودار مي‌تواند ناشي از تحريك رشد جانبي در آنها باشد. اين پديده با نتايج حاصل از دستاوردهاي ديگر محققان مانند Nelson et al. (1996) و Chaichi & Edalatifard (2004) تطابق دارد.

از ميان گياهان مورد ارزيابي سويا كمترين افزايش وزن زيست‌توده را همگام با تأخير در كاشت از خود نشان داد به نظر مي‌رسد حساسيت بيشتر سويا به مواد آللوپاتيك ترشح شده از ريشه گياهان سرمادوست، علت وقوع اين پديده باشد. ذرت نسبت به زمان كشت واكنش معني‌داري را نشان داد و پس از گذشت ۲ هفته و با كاهش اثر مواد آللوپاتيك گياهان سرمادوست كمبودهاي رويشي را جبران و افزايش معني‌داري را در رشد رويشي از خود نشان داد. اين روند افزايشي با گذشت ۴ هفته از زمان برداشت گياهان سرمادوست مشاهده نگرديد.

نتيجه گيري كلي

با توجه به نتايج بدست آمده از اين آزمايش، به نظر مي‌رسد مواد آللوپاتيك ترشح شده از ريشة گياهان زراعي سرمادوست مي‌تواند به عنوان يكي از عوامل مؤثر در ممانعت و جلوگيري از جوانه‌زني و رشد اوليه گياهان سورگوم، ذرت و سويا كه در تناوب با آنها كشت مي‌شوند، مطرح گردد. با وجود اين تأخير در كاشت گياه بعدي موجب كاهش شدت اثر ترشحات ريشه يا تغيير نسبت C/N گرديد. بطوريكه تأخير ۴ هفته‌اي نيز در كاشت بعدي تأثير معني‌داري بر خصوصيات رويشي گياهان داشت. گياهان مختلف زراعي با توجه به خصوصيات ژنتيكي و شرايط محيطي كه در آن به سر مي‌برند، داراي توانمندي‌هاي متفاوتي در توليد و آزادسازي مواد آللوپاتيك از اندام‌هاي خود مي‌باشند. تداوم تأثير و مدت زمان لازم براي خنثي شدن اثر مواد آللوكيميكال مترشحه از ريشه در گياهان مختلف بسيار متغيير مي‌باشد و عواملي همانند فعاليت ميكروارگانيسم‌ها، بافت خاك، شرايط اقليمي منطقه و رطوبت‌هاي متفاوت خاک مي‌توانند بر مقدار و مدت زمان بقاء آنها در خاك موثر باشد، بنابراين فاصلة كشت محصولات زراعي از يكديگر در تناوب مي‌تواند، در ميزان و شدت تأثير مواد آللوكيميكال آزاد شده بر ديگر گياهان موثر بوده و انتخاب فاصلة زماني كشت مناسب با توجه به خصوصيات ژنتيكي و شرايط اقليمي منطقه، علاوه بر كنترل علف هرز و كاهش تراكم آنها مي‌تواند موجب كاهش تأثيرات منفي اين مواد بر محصولات بعدي گردد.

جدول ۲ - اثرات متقابل گياهان زراعي سرمادوست و گياهان مورد ارزيابي بر درصد ظهور گياهچه، سرعت ظهور گياهچه، ارتفاع بوته و وزن زيست توده

گياهان بهاره مورد ارزيابي	صفات اندازه گيري شده	گياهان سرمادوست				
		چاودار	جو	نخود	گندم	شاهد
سورگوم	درصد ظهور گياهچه	۵۵/۲۲ h	۸۳/۵۶ d	۷۰/۴۴ f	۹۵ bc	۹۹ a b
	سرعت ظهور گياهچه (تعداد در روز)	۰/۳۷ f	۰/۵۱ c	۰/۴۵ d	۰/۶۶ a	۰/۷ a
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۶/۸۲ gh	۷/۹۳de	۷/۲۹ ef	۸/۶ cd	۹/۳ ab
	وزن زيست توده (گرم)	۰/۵۹ f	۰/۷۹ cd	۰/۷۲ de	۰/۸۱ c	۰/۸۴ ab
سويا	درصد ظهور گياهچه	۴۵/۲ i	۶۵/۶۷ g	۵۳/۸۹ h	۷۴/۴۴ ef	۹۴ c
	سرعت ظهور گياهچه (تعداد در روز)	۰/۲۶f	۰/۳۶e	۰/۳۸ e	۰/۳۹ e	۰/۴۵ d
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۵/۹۱ i	۶/۹۳ gh	۶/۴۳ h	۷/۵۷ ef	۸/۸ bc
	وزن زيست توده (گرم)	۰/۴۱ h	۰/۵۹ f	۰/۵۱g	۰/۵۷ fg	۰/۷۱ e
ذرت	درصد ظهور گياهچه	۵۶/۷۸ h	۷۷/۶۷ e	۶۴/۶۷ g	۹۳/۳۳ b	۹۸/۳۳ ab
	سرعت ظهور گياهچه (تعداد در روز)	۰/۳۵e	۰/۶ ab	۰/۴۱ de	۰/۶۴ a	۰/۶۹ a
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۶/۶ gh	۸/۱۴ fg	۷/۴۳ d	۸/۶ bc	۹/ ۶ a
	وزن زيست توده (گرم)	۰/۶۸ e	۰/۷۱de	۰/۷ e	۰/۷۶ bc	۰/۸۹a

براي هر صفت حروف غير مشابه نشانگر اختلاف معني دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانكن مي باشد.

جدول۳- اثرات متقابل گیاهان زراعي سرمادوست و تاریخ کشت بر درصد ظهور گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه، ارتفاع بوته و وزن زیست‌توده

تاریخ کشت	صفات اندازه گیري شده	گیاهان سرمادوست				
		چاودار	جو	نخود	گندم	شاهد
تاریخ کشت اول: بلافاصله پس از رشد فیزیولوژیک	درصد ظهور گیاهچه	۴۱/۲۲ h	۶۵/۵۶ f	۵۱/۱۱ f	۸۳ d	۹۷/۲۲ a
	سرعت ظهور گیاهچه (تعداد در روز)	۰/۲۵ e	۰/۴۱ cd	۰/۳۸ d	۰/۴۲ cd	۰/۶۳ a
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۶/۲۸ e	۶/۹۶de	۶/۸۷ de	۷/۷ cd	۹/۲ a
	وزن زیست توده (گرم)	۰/۴۳ g	۰/۶۳ de	۰/۵۸ f	۰/۶۵ de	۰/۸۱ a
تاریخ کشت دوم: دو هفته پس از رشد فیزیولوژیک	درصد ظهور گیاهچه	۵۲/۵۶ g	۷۴/۶ e	۶۲/۳۲ f	۸۷ c	۹۷ a
	سرعت ظهور گیاهچه (تعداد در روز)	۰/۲۷e	۰/۳۸ d	۰/۳۷ d	۰/۵۳ b	۰/۶۳ a
	ارتفاع بوته (سانتي‌متر)	۶/۳۲ e	۷/۷۹ bc	۶/۷۶ de	۸/۴ ab	۹/۲ a
	وزن زیست توده (گرم)	۰/۶۱ e	۰/۷ bc	۰/۶۳cd	۰/۷۳ ab	۰/۸۱ a
تاریخ کشت سوم: چهار هفته پس از رشد فیزیولوژیک	درصد ظهور گیاهچه	۶۳/۴۴f	۸۶/۶۷ c	۷۵/۵۶ e	۹۲/۷۸ b	۹۷/۵۶ a
	سرعت ظهور گیاهچه (تعداد در روز)	۰/۳۷d	۰/۵۴ b	۰/۴۸ c	۰/۶ a	۰/۶۳ a
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۶/۹۷ de	۸/۲۵ ab	۷/۵۱ cd	۸/۷۳ ab	۹/ ۲ a
	وزن زیست توده (گرم)	۰/۶۶ cd	۰/۷۷ab	۰/۷۲ bc	۰/۷۷ ab	۰/۸۱a

براي هر صفت حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معني دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن مي باشد.

جدول ۴ - اثرات متقابل گیاهان مورد ارزیابي و تاریخ کشت بر درصد ظهور گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه، ارتفاع بوته و وزن زیست توده

تاریخ کشت	صفات اندازه گیري شده	گیاهان مورد ارزیابي		
		سویا	سورگوم	ذرت
تاریخ کشت اول: بلافاصله پسس از رشد فیزیولوژیک	درصد ظهور گیاهچه	۵۷/۸ f	۷۴/۸ c	۷۰/۲۷ d
	سرعت ظهور گیاهچه (تعداد در روز)	۰/۳۱ d	۰/۴۶ bc	۰/۵۱ ab
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۶/۸۹ c	۷/۵۸bc	۷/۷۳ ab
	وزن زیست توده (گرم)	۰/۴۹ f	۰/۷ bc	۰/۶۶ cd
تاریخ کشت دوم: دو هفته پسس از رشد فیزیولوژیک	درصد ظهور گیاهچه	۶۵/۴۷ e	۸۰/۴ b	۷۸/۲۷ bc
	سرعت ظهور گیاهچه (تعداد در روز)	۰/۳۲d	۰/۵۲ ab	۰/۵۲ ab
	ارتفاع بوته (سانتي متر)	۷/۱ bc	۷/۹۶ ab	۸/۱ ab
	وزن زیست توده (گرم)	۰/۵۱ e	۰/۷۵ ab	۰/۷۷ab
تاریخ کشت سوم: چهار هفته پسس از رشد فیزیولوژیک	درصد ظهور گیاهچه	۷۶/۶۷c	۸۷ a	۸۵/۹۳ a
	سرعت ظهور گیاهچه (تعداد در روز)	۰/۴۴c	۰/۵۷ a	۰/۵۷a
	ارتفاع بوته (سانتي‌متر)	۷/۴۳ bc	۸/۴۸ a	۸/۵۲ a
	وزن زیست توده (گرم)	۰/۶۱ de	۰/۹a	۰/۸۲ a

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معني‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن مي‌باشد.

REFERENCES

1. Abbasdokht, H. & Chaichi, M. R. (2003). The Potential allelopathic effect of different chickpea straw and stubbles varieties on germination and early growth of sorghum (*Sorghum halepense)*, soybean (*Glycine max*) and sunflower *(Helianthus annuus)*. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34, 617-624. (In Farsi).
2. Barnes, J. P. & Putnam, A. R. (1987). Role of benzoxazinones in allelopathy by rye (*Secale cereal* L.). *Journal of Chemical Ecology*, 13 (4), 889-906.
3. Chaichi, M. R. & Edalatifard, L. (2004). Study of allelopathic effect of chickpea varieties on germination and early growth of sorghum (*Sorghum halepense)*, soybean (*Glycine max*) and sunflower *(Helianthus annuus)*. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 28, 69-79. (In Farsi).
4. Chase, W. R., Nair, M. G., Putnam, A. R. & Mishra, S. K. (1991). Microbal transformation of rye (*Secale creale*) allelochemical in field soils. *Journal of Chemical Ecology*, 17, 1575–1584.
5. Chema, Z. A., Ahmad, S., Majeed, S. & Ahmad, N. (1988). Allelopathic effects of wheat straw on germination and seedling of two weed species and cotton. *Weed Science*, 1, 118-122.
6. Cochrane, V. W. (1994). The role of plant residues in the etiology of root rot. *Phytopathology*, 38, 185-96.
7. Duke, S. (1987). *Weed Physiology*. CRC PRESS. 1, 131-155.

8. Guenzl, W. D. & Mccalla, T. M. (1962). Inhibition of germination and seedling development by crop residues. *Soil Science*, 26, 456-458.
9. Hejazi, A. (2000). *Allelopathy*. University of Tehran press. (In Farsi)
10. Jung, W. S., Kim, K. H. & Ahn, J. K. (2004). Allelopathic potential of rice residues against Echinochloa Crus-galli. *Crop Protection*, 23, 211-218.
11. Kruse, M. & Strandberg, M. B. (2000). *Ecological effects of allelopathic plants, a Review*. NERI Technical Report. No: 315. Silberg, Denmark, PP. 66
12. Lu, I. K. & Yanar, Y. (2000). Allelopathic effect of plant extracts against seed germination some weeds. *Asian Journal of Plant Science*, 3, 472-475.
13. Maguire, J. D. (1962). Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
14. Martin, V.L., Mc Coy, E. C. & Dick, W. A. (1990). Allelopathy of crop residues influences corn seed germination and early growth. *Agronomy Journal*, 82(3), 555-560.
15. Mwaja, V. N., Masiunas, J. B. & Weston, L. A. (1995). Effects of fertility on biomass phytotoxicity and allelochemical content of cereal rye. *Journal of Chemical Ecology*, 21(1), 81-96.
16. Narwal, S. (1996). Allelopathica in Crop production, Scientific Publisher. Perez, F. J. and J. Ormeno-Nunez. 1991. Difference in hydroxamic acids content in roots and root exudates of wheat and rye. *Journal of Chemical Ecology*, 17, 1037-1043.
17. Nelson, C. J. (1996). Allelopathy in cropping systems. *Agronomy Journal*, 36(6), 991-996.
18. Zand, A., Rahimian, H., Koocheki, A., Khalgani, J., Mosavi, S. K. & Ramezani, K. (2004). *Weed Ecology*. Jahad Daneshgahi of Mashhad Press. (In Farsi).