Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

CC BY

Research Article
Vol. 37, No. 1, Spring 2023, p. 47-62

Allelopathic Effects of Chinaberry, Silk Tree and Iranian Pine on some Growth Traits of *Lolium prene* and *Festuca arundinaceae*

N. Alavi Dehkharghani[1], S.H. Nemati[2]*, S.M. Zargarian[3]

Received: 30-05-2021
Revised: 31-01-2022
Accepted: 27-11-2022
Available Online: 27-11-2022

How to cite this article:
Alavi Dehkharghani, N., Nemati, S.H., & Zargarian, S.M. (2023). Allelopathic effects of chinaberry, silk tree and Iranian pine on some growth traits of *Lolium prene* and *Festuca arundinaceae*. *Journal of Horticultural Science 37*(1): 47-62. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jhs.2022.70688.1057

Introduction

As the population grows and cities expand, the demand for more green spaces has also increased. Grass is widely recognized as one of the most important ground covers in the world. However, the development of green spaces is hindered by a severe shortage of water resources and challenges associated with managing and maintaining grass. The composition of trees and plants may cause to inhibitory or stimulation effects on crops, called allopathic effects. Therefore, understanding the allopathic effects is important to determine appropriate methods of cultivation and product management to prevent interference of allopathic substances in the growth and production of products.

Materials and Methods

This study was performed in two separate experiments as a factorial based on completely randomized design at Ferdowsi University of Mashhad. In the first experiment, the effect of three different levels of plant residue powder (zero, 0.46 and 1 g) of three types of trees (Pine, Silk and Chinaberry) on germination and growth of *Lolium prenne* and *Festuca arundinaceae* grasses with four replications in the greenhouse was investigated. The second experiment, the effect of 5 ml of aqueous extract prepared from plant residues of the mentioned trees on germination and growth of the mentioned grasses in three replications in the laboratory was investigated. At the end of both experiments, some of morophology traits (weight, length, germination index) were measured. Minitab software was used to analyze the data obtained from both experiments.

Results and Discussion

According to the analysis of variance table of the first experiment, the results show that the simple effect of grass treatment on plant and root length, fresh weight, germination percentage and rate are significantly different. In the simple effect of treatment the quantity of plant residues, all traits have a significant difference. Also, in the simple effect of treatment of plant residue kind, plant length, root length, fresh and dry weight, germination percentage and rate were significantly different. Interaction grass and the quantity of plant residues treatment and the interaction of grass and kind of plant residues treatment, all measured traits had a significant difference. The interaction triple treatments plant length, root length, dry weight, germination percentage and rate differences were observed. Therefore, in the interaction triple treatments, the most and least plant lengths were observed related to the treatment of Lolium grass with 0.46 gr of Pine residue powder and the treatment of Festuca with 1 gr of Chinaberry residue powder. Also, the most and least root lengths were related to Lollium grass with 0.46 gr of Pine plant residue powder and Festuca grass with 1 gr of Pine plant residue powder. In the triple of dry weight the most amount was related to Festuca with 1 gr of Chinaberry residue powder and the least was related to Lolium control. The most and least germination percentages belonged to the control Festuca and lollium with 0.46 gr of pine plant residue powder respectively, and in the trait of germination rate, the most amount belonged to the control Festuca and the least to the control lollium has been observed. The results of the

1, 2 and 3- Former M.Sc. Student, Associate Professor and Ph.D. in Horticultural Science, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: nemati@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2022.70688.1057

second experiment demonstrated a significant difference in all measured traits including grass treatment, plant length, fresh and dry weight, germination percentage and rate, and simple effect of plant extract. Moreover, the interaction of grass treatment and plant residue extract showed significant differences in root length, plant length, fresh weight, dry weight, and germination rate and percentage. Comparison of the mean interaction of grass treatment and type of plant residues revealed that the control Festuca had the highest plant length, while Lolium with Silk residue extract had the lowest. The longest and shortest root lengths were observed in control Lolium and Lolium with Silk residues, respectively. The highest and lowest fresh weight were recorded in Lolium control and Lolium grass along with Silk residue extract, respectively. For the dry weight trait, the highest amount was related to the treatment of Lolium grass with pine residue extract, while the lowest dry weight was observed in Festuca grass and Lolium grass with Silk residue extract. In terms of the germination percentage trait, control Festuca and Festuca with pine residue extract had the highest germination percentage, while Lolium with Chinaberry residue extract and Lolium with Silk residue extract had the lowest. The most and least germination rates belonged to Festuca control and Lolium with Chinaberry residue extract. From these discussions, it can be concluded that the allelchemicals in the powder extract of plant residues have had a significant effect on the yield of these two grasses and have reduced growth and germination. Decreased germination due to allelopathic stress can be due to different abnormalities in metabolic activity, seed saturation potential, death of some dividing cells and embryonic abnormalities.

Conclusion

Based on the results of both experiments, it can be concluded that Chinaberry and Silk trees have a stronger allelopathic effect compared to Pine. Additionally, the performance of both grasses in response to residues and extracts containing allelochemicals was slightly different. For instance, in the second experiment, the impact of Chinaberry extract reduced plant length by 28%, root length by 89%, dry weight by 16%, germination percentage by 75%, and germination rate by 85% compared to the Festuca control treatment. Similarly, the effect of Chinaberry extract on Lolium grass resulted in a 96% reduction in plant growth, 97% reduction in root length, 98% reduction in wet weight, 50% reduction in dry weight, 89% reduction in germination percentage, and 89% reduction in germination rate compared to the Lollium control treatment.

Keywords: Aqueous extract, Grass quality, Green space, Index germination, Plant residue powder

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲، ص.۶۲-۴۷

تاثیرات آللوپاتیک زیتون‌تلخ، گل‌ابریشم و کاج بر جوانه‌زنی و رشد چمن لولیوم و فستوکا

نرمین علوی[۱] - سید حسین نعمتی[۲*] - سید مجید زرگریان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۶

چکیده

فضای سبز یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های هر شهر و مکانی می‌باشد که نیازمند شناخت دقیق ویژگی‌های گیاه مورد استفاده و انتخاب و ترکیب صحیح گونه‌های گیاهی با یکدیگر است. یکی از ویژگی‌هایی که باید مورد توجه قرار گیرد، اثرات آللوپاتیک گیاه بر روی گیاهان مجاور خود می‌باشد. در این پژوهش به بررسی اثرات آللوپاتیک درختان گل‌ابریشم، زیتون‌تلخ و کاج بر جوانه‌زنی و رشد دو گونه چمن لولیوم و فستوکا پرداخته شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. بقایای گیاهی درختان جمع‌آوری و خشک شده و طی دو آزمایش جداگانه به‌صورت پودر بقایای گیاهی و عصاره آبی مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایش اول شامل دو نوع چمن (فستوکا و لولیوم)، سه سطح پودر بقایای گیاهی (صفر (شاهد)، ۰/۴۶ و ۱ گرم) از سه درخت (زیتون‌تلخ، کاج و گل‌ابریشم) در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش دوم نیز شامل دو نوع چمن (فستوکا و لولیوم) و چهار سطح عصاره آبی بقایای گیاهی (شاهد، زیتون‌تلخ، کاج و گل‌ابریشم) در سه تکرار اجرا شد. در هر دو آزمایش صفات طول گیاه و ریشه، وزن تر و خشک کل گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. نتایج آزمایش اول نشان داد که تیمار شاهد در صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول گیاه و ریشه بهترین عملکرد را داشته و در صفات وزن تر و خشک بیشترین عملکرد مربوط به زمانی بوده که از بقایای درخت کاج به میزان ۱ گرم استفاده شده بود. همچنین نتایج آزمایش دوم حاکی از آن است که در همه‌ی صفات اندازه‌گیری شده تیمار شاهد بهترین عملکرد را داشته است به‌نحوی‌که بیشترین وزن تر و خشک، سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول گیاه و ریشه در تیمار شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: پودر بقایای گیاهی، کیفیت چمن، شاخص جوانه‌زنی، عصاره آبی، فضای سبز

مقدمه

با افزایش جمعیت و گسترش شهرها نیاز به گسترش فضای سبز نیز افزایش یافته است. یکی از ارکان اصلی فضای سبز، گیاهان پوششی می‌باشند و چمن یکی از مهم‌ترین گیاهان پوششی جهان محسوب می‌شود (Rasouli *et al*., 2017). چمن‌ها از گیاهان تک‌لپه و از خانواده گندمیان هستند که دارای طیفی از رنگ‌های سبز و شکل یکنواخت برگ می‌باشند (Sharif *et al*., 1993). چمن‌ها مهم‌ترین گیاهان پوششی با قدرت پاخوری بالا هستند که در زمین‌های ورزشی و فضای سبز کاربرد وسیعی دارند و به‌ندرت می‌توان جایگزینی برای آن‌ها در فضای سبز پیدا کرد (Ashraf *et al*., 2018). این گیاهان بیشترین نقش را در تصفیه و کاهش آلودگی هوا در محیط‌های شهری بر عهده دارد چمن‌ها در کنترل فرسایش بادی و آبی موثرند و سبب جذب گرد و خاک و افزایش اکسیژن هوا می‌گردند. در هیچ‌یک از شهرهای بزرگ کشور امکان توسعه فضای سبز در حد استانداردهای مطلوب جهانی به‌راحتی وجود ندارد. ازجمله عوامل محدودکننده در توسعه فضای سبز کمبود شدید منابع آب و مشکلات مربوط به مدیریت و نگهداری چمن‌ها است (Rasouli *et al*., 2017).

ترکیبات درختان و گیاهان ممکن است منجر به اثرات بازدارندگی یا تحریک در محصولات شود (Paravar *et al*., 2018) که به آن

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و دکتری علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: nemati@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2022.70688.1057

اثرات آللوپاتیک[1] گفته می‌شود. آللوپاتی در گیاهان یا یک برهمکنش مفید یا مضر مبنی بر اثرات متقابل بین گیاهان است که بیشتر به آزادسازی آللوشیمیایی‌ها مربوط می‌شود. پدیده آللوپاتی اغلب تداخل یک گونه گیاهی با جوانه‌زنی، رشد و تکوین سایر گونه‌های گیاهی است (Zheljazkov, Jeliazkova and Astatkie, 2021). ترکیبات آلوپاتیک با ایجاد اختلال در رشد و نمو گیاهان و فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی آن‌ها باعث اختلال در عمل جذب عناصر غذایی، فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین‌ها، رنگیزه‌ها و ... می‌شود (Saberi, Tavili and Miri, 2015). مشخص شده است که بخش‌های مختلف یک گیاه دارای پتانسیل آللوپاتیک متفاوتی هستند (Ashraf and Ali, 2008)؛ به‌طوری‌که تمام اندام‌های گیاهان حاوی مواد دگرآسیبی است؛ ولی برگ‌ها و ریشه‌ها از مهم‌ترین منابع تولیدکننده ترکیبات دگرآسیبی می‌باشند (Ataei *et al*., 2019). مطالعات نشان می‌دهد که یک گونه گیاهی معرفی شده در یک محیط جدید ممکن است اثرات آللوپاتیک شدیدی روی گونه‌های گیاهی همسایه داشته باشد، حتی اگر این اثرات مشابه را در گونه‌های موجود در محدوده بومی خود نشان ندهد (Ummings, Parker and Gilbert2012 ,). درک اثرات آللوپاتیک برای تعیین روش‌های مناسب پرورش و مدیریت محصولات برای جلوگیری از تداخل مواد آللوپاتیک در رشد و تولید محصولات امری مهم است (Carvalho *et al*., 2015). در مطالعه‌ای به منظور بررسی اثر آللوپاتیک درخت گردو و درخت صنوبر بر جوانه‌زنی گیاهان دارویی و معطر کشت شده در یک منطقه معتدل بود نتایج نشان داد که اثر آللوپاتیک ممکن است در مراحل اولیه، جوانه‌زنی را دچار مشکل کند. همچنین ثابت شد که خشخاش و گلپر گیاهان حساس به اثرات آللوپاتیک هستند (Zubay *et al*., 2021). در بررسی اثر درخت کاج بر جوانه‌زنی و عملکرد گونه گیاه بوته‌ای مدیترانه‌ای نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذر همه گونه‌ها تحت تاثیر عصاره‌های آبی درخت کاج مهار شدند و در هنگام استفاده از عصاره با غلظت بیشتر، میزان بازدارندگی بیشتر بوده است (Valera and Hua *et al*., 2018; Barradas and Zunzunegui, 2012). هوا و همکاران (*al*., 2018) گزارش نمودند که عصاره آبی کاه و کلش برنج با غلظت ۴ تا ۱۰ گرم بر لیتر فعالیت متابولیکی سلول‌های جلبکی را کاهش می‌دهد و باعث اختلال در رشد جلبک‌ها می‌شود.

با توجه به تحقیقات صورت گرفته در مورد اثرات مختلف آللوپاتی اما هنوز هم اطلاعات کمی در این مورد در دست است به‌خصوص در زمینه فضای سبز که به این امر مهم خیلی پرداخته نشده است. هدف از این مطالعه تعیین اثرات آللوپاتیک درختان زیتون‌تلخ، گل‌ابریشم و کاج بر جوانه‌زنی و رشد دو گونه چمن *Lolium prene* و *Festuca arundinaceae* بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات آللوپاتیک درختان زیتون‌تلخ، گل‌ابریشم و کاج بر جوانه‌زنی و رشد دو گونه چمن *Lolium prene* و *Festuca arundinaceae* تحقیقی در قالب دو آزمایش جداگانه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

در آزمایش اول تاثیر سه سطح پودر بقایای گیاهی بر جوانه‌زنی و رشد چمن‌های لیلیوم و فستوکا در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت، تیمارهای نوع بقایای گیاهی شامل زیتون تلخ، گل ابریشم و کاج و تیمارهای مقدار پودر بقایای گیاهی شامل صفر (شاهد)، ۰/۴۶ و ۱ گرم انتخاب شد؛ و در آزمایش دوم تأثیر عصاره آبی تهیه شده از نوع بقایای گیاهی شامل زیتون تلخ، گل ابریشم و کاج بر جوانه‌زنی و رشد چمن‌های نام‌برده در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت، تیمارهای عصاره آبی شامل صفر (شاهد)، ۵ میلی‌لیتر عصاره آبی درخت کاج، گل ابریشم و زیتون تلخ و دو نوع چمن لولیوم و فستوکا انتخاب شده است.

در آزمایش اول برگ درختان گل‌ابریشم، کاج و برگ و میوه درخت زیتون تلخ جمع‌آوری و خشک شدند. سپس این بقایا پودر و در بسته‌های ۰/۴۶ و ۱ گرمی بسته‌بندی شدند. گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۴ سانتی‌متر با نسبت ۱:۱:۱ ماسه، کود دامی و خاک باغچه برای کشت چمن‌ها آماده شدند. پودر بقایای گیاهی در دو سطح ۰/۴۶ و ۱ گرم در عمق یک سانتی‌متری با خاک مخلوط شده و سپس کاشت بذور صورت گرفت. همچنین تیمار شاهد عاری از هرگونه پودر بقایای گیاهی بود. برای هر گلدان ۱۰۰ عدد بذر در نظر گرفته شد که به‌طور منظم آبیاری می‌شدند. شمارش تعداد بذور جوانه‌زده به‌صورت روزانه انجام گرفت و این روند تا ۲۵ روز ادامه پیدا کرد.

در انتهای آزمایش به‌صورت تصادفی گیاهچه‌هایی انتخاب شده و طول ریشه و ساقه‌ی آن‌ها با استفاده از خط‌کش میلی‌متری و همچنین وزن تر و خشک کل گیاهچه‌های هر گلدان با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها در داخل فویل آلومینیومی در دستگاه آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفته و خشک شدند.

در آزمایش دوم از پودر بقایای گیاهی تهیه شده به نسبت ۱:۱۰ به‌منظور عصاره‌گیری استفاده گردید. برای تهیه عصاره آبی از بقایای درختان، ۳۰ گرم پودر با ۳۰۰ میلی‌لیتر آب در داخل بالن ترکیب شده و به مدت ۲۴ ساعت در داخل دستگاه شیکر قرار گرفت. پس از شیک شدن مواد به مدت لازم، مخلوط مورد نظر با کمک قیف بوخنر و پمپ خلأ صاف گردید. بعد از تهیه عصاره‌ها در داخل هر پتری با قطر ۸ سانتی‌متر ۱۰ عدد بذر بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند و ۵ میلی-

1- Allelopathic

لیتر عصاره در داخل هر پتری ریخته شد. روند شمارش جوانه‌زنی روزانه به مدت ۲۵ روز انجام شد. معیار جوانه‌زنی خروج ۲ میلی‌متر ریشه‌چه از داخل بذر در نظر گرفته شد. در انتهای آزمایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ها به‌وسیله‌ی خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شدند. وزن تر و خشک هر گیاهچه با کمک ترازوی ۰/۰۰۰۱ به دست آمد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، گیاهچه‌ها در داخل فویل آلومینیومی در دستگاه آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند.

درصد جوانه‌زنی (GP) و سرعت جوانه‌زنی (GR) به ترتیب از معادله ۱ و ۲ به دست آمد

$$\%GP = \frac{\sum G}{N} \times 100 \quad (1)$$

$$GR = \sum \frac{Ni}{Di} \quad (2)$$

G: تعداد بذور جوانه‌زده، N: تعداد کل بذور، Ni: تعداد بذرهای جوانه‌زده در روزهای شمارش شده و Di: تعداد روز پس از شروع آزمایش.

تجزیه آماری داده‌های این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Minitab و مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول: تأثیر پودر بقایای گیاهان بر جوانه‌زنی و رشد چمن‌ها

طول گیاه

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثرات ساده و متقابل (دوگانه و سه‌گانه) تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. در رابطه با اثر ساده چمن، بیشترین و کمترین طول گیاه به ترتیب مربوط تیمار لولیوم و فستوکا بود. همچنین در مورد اثر ساده مقدار بقایای گیاهی، بیشترین طول گیاه در تیمار شاهد و کمترین در تیمار یک گرم پودر بقایای گیاهی مشاهده شد. در ارتباط با اثر ساده نوع بقایای گیاهی نیز بیشترین طول گیاه مربوط به تیمار زیتون‌تلخ و کمترین مربوط به تیمار ابریشم بود. در تیمار اثر متقابل چمن و مقدار بقایای گیاهی، بیشترین طول گیاه مربوط به تیمار شاهد فستوکا و کمترین طول گیاه مربوط به تیمار چمن فستوکا با مقدار یک گرم پودر بقایای گیاهی بود (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر پودر بقایای گیاهی مختلف بر صفات مورفولوژیکی و جوانه‌زنی دو گونه چمن

Table 1- ANOVA (mean squares) for the effect of different plant residue powder on morphological traits and germination of the two grass species

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	طول گیاه Plant length	طول ریشه Root length	وزن تر Fresh weight	وزن خشک Dry weight	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
چمن Grass (G)	1	3094.22**	3458.35**	0.054ns	0.027**	58824.50**	440.451**
مقدار بقایای گیاهی Quantity of plant residues (Q)	2	1302.76**	853.29**	0.218**	0.024**	340.20**	1.04**
نوع بقایای گیاهی Kind of Plant residue (K)	2	484.43**	281.79*	0.293**	0.133**	469.60**	2.78**
G× Q	2	3835.60**	1323.35**	0.633**	0.168**	840.20**	4.78**
G× K	2	392.01**	324.35**	0.120**	0.007**	373.00**	2.42**
Q×K	4	375.81**	115.27ns	0.086**	0.004*	240.70**	0.87**
G×Q×K	4	221.26**	167.66*	0.043ns	0.008**	127.00**	0.66**
خطای آزمایش Error	54	51.02	62.39	0.020	0.001	22.80	0.11

ns ,*, ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns: non-significant, significant at the 5% and 1% of probability level, respectively. *,**

همچنین در بین اثرات متقابل تیمار چمن و نوع بقایای گیاهی بیشترین طول گیاه مربوط به تیمار چمن لولیوم همراه با پودر بقایای درخت گل‌ابریشم و کمترین طول گیاه مربوط به چمن فستوکا به همراه پودر بقایای درخت گل‌ابریشم بوده است (جدول ۳). طبق جدول ۴، بیشترین طول گیاه چمن مربوط به تیمار بقایای گیاهی درخت گل‌ابریشم به مقدار ۰/۴۶ گرم و کمترین مربوط به تیمار بقایای گیاهی درخت زیتون‌تلخ به مقدار یک گرم نشان داده شد. در بین اثرات متقابل سه‌گانه طبق شکل ۱، بیشترین طول گیاه به میزان ۹۴/۲۵ میلی‌متر مربوط به تیمار چمن لولیوم با پودر بقایای گیاهی درخت گل‌ابریشم به میزان ۰/۴۶ گرم و کمترین طول گیاه به میزان ۳۲/۵۰ میلی‌متر مربوط به تیمار چمن فستوکا با یک گرم پودر بقایای گیاهی درخت زیتون‌تلخ مشاهده شد.

طول ریشه

طبق جدول ۱ نتایج نشان داد که صفت طول ریشه در اثر ساده تیمار چمن، اثر ساده تیمار مقدار بقایای گیاهی، اثر متقابل تیمارهای چمن و مقدار و اثر متقابل چمن و نوع بقایای گیاهی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و اثر ساده نوع بقایای گیاهی و اثر سه‌گانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است؛ اما اثر متقابل دوگانه‌ی مقدار و نوع بقایای گیاهی در صفت طول ریشه معنی‌دار نشد. در مورد اثر ساده‌ی چمن، بیشترین و کمترین طول ریشه را در تیمار لولیوم و فستوکا شاهد بودیم. همچنین در ارتباط با اثر ساده مقدار بقایای گیاهی، بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار شاهد و کمترین مربوط به تیمار یک گرم پودر بقایای گیاهی بود. در جدول ۲ بیشترین طول ریشه با اختلاف کم به‌طور مشترک مربوط به تیمار شاهد فستوکا و شاهد لولیوم و کمترین طول ریشه مربوط به تیمار چمن فستوکا با مقدار یک گرم پودر بقایای گیاهی می‌باشد. همچنین بیشترین طول ریشه در بین تیمارهای چمن و نوع بقایای گیاهی مربوط به تیمار چمن لولیوم با پودر بقایای گیاهی درخت گل‌ابریشم به طول ۵۵/۳۳ میلی‌متر و کمترین نیز مربوط به چمن فستوکا به همراه پودر بقایای درخت گل‌ابریشم به طول ۳۳/۸۳ میلی‌متر هست (جدول ۳). طبق جدول ۴ بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار شاهد بوده و کمترین طول ریشه به تیمار بقایای گیاهی درخت زیتون‌تلخ به مقدار یک گرم اختصاص دارد. با توجه به شکل ۱ بیشترین و کمترین طول ریشه به ترتیب مربوط به تیمارهای چمن لولیوم با پودر بقایای گیاهی درخت گل‌ابریشم به میزان ۰/۴۶ گرم به طول ۶۱/۵۰ میلی‌متر و چمن فستوکا با پودر بقایای گیاهی درخت گل‌ابریشم به مقدار یک گرم به طول ۲۰/۵۰ شده است.

وزن تر

اثر ساده تیمار مقدار و نوع بقایای گیاهی و اثرات متقابل چمن و مقدار بقایای گیاهی، چمن و نوع بقایای گیاهی، مقدار و نوع بقایای گیاهی در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شدند؛ اما اثر ساده تیمار چمن و اثر متقابل سه‌گانه‌ی تیمارها در این صفت معنی‌دار نشدند (جدول ۱). در اثر ساده‌ی چمن، اختلاف معنی‌داری بین چمن فستوکا و لولیوم مشهود نبود. در مورد مقدار بقایا گیاهی بیشترین وزن تر به تیمار ۰/۴۶ گرم پودر بقایای گیاهی اختصاص داشت؛ اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد و یک گرم پودر بقایای گیاهی وجود نداشت. در اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین وزن تر در تیمار کاج و کمترین در تیمار ابریشم مشاهده شد. در جدول ۲ بیشترین وزن تر مربوط به تیمار چمن لولیوم با مقدار یک گرم پودر بقایای گیاهی به میزان ۱/۶۰۵ گرم و کمترین وزن تر نیز مربوط به تیمار شاهد لولیوم به میزان ۱/۱۳۰ گرم بود. با توجه به جدول ۳ در بین اثر متقابل تیمار چمن و نوع بقایای گیاهی بیشترین وزن تر به تیمار چمن فستوکا با پودر بقایای گیاهی درخت کاج اختصاص داشت و کمترین نیز مربوط به تیمار چمن فستوکا به همراه پودر بقایای درخت گل‌ابریشم بود. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر چمن در بین اثرات متقابل تیمار مقدار و نوع بقایای گیاهی مربوط به تیمار پودر بقایای درخت کاج به میزان یک گرم و کمترین نیز مربوط به تیمار بقایای گیاهی درخت گل‌ابریشم به مقدار ۰/۴۶ گرم است (جدول ۴).

وزن خشک

در صفت وزن خشک چمن اثر متقابل مقدار و نوع بقایای گیاهی در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شد و بقیه‌ی تیمارها در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). در رابطه با اثر ساده‌ی چمن، بیشترین وزن خشک مربوط به فستوکا و کمترین مربوط به لولیوم بود. همچنین در مورد اثر ساده‌ی مقدار بقایای گیاهی، بیشترین و کمترین وزن خشک مربوط به تیمار یک گرم پودر بقایای گیاهی و شاهد بود. در اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی نیز بیشترین و کمترین وزن خشک به تیمار کاج و ابریشم اختصاص داشت. بیشترین وزن خشک چمن در بین اثر متقابل تیمار چمن و مقدار بقایای گیاهی مربوط به تیمار چمن فستوکا با مقدار یک گرم پودر بقایای گیاهی و کمترین وزن خشک نیز مربوط به تیمار شاهد لولیوم بوده است (جدول ۲). در جدول ۳ نتایج نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار چمن فستوکا با پودر بقایای گیاهی درخت کاج و کمترین نیز مربوط به چمن لولیوم به همراه پودر بقایای زیتون‌تلخ است. بیشترین وزن خشک چمن در بین اثرات متقابل تیمارهای مقدار و نوع بقایای گیاهی به تیمار پودر بقایای درخت کاج به میزان یک

گرم و کمترین نیز به تیمار شاهد اختصاص دارد (جدول ۴). اثرات سه‌گانه‌ی تیمارها در شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین وزن خشک مربوط به تیمار چمن فستوکا با یک گرم پودر بقایای گیاهی درخت زیتون‌تلخ (۰/۳۲۵ گرم) و کمترین وزن خشک نیز مربوط به تیمار شاهد چمن لولیوم (۰/۱۵۰ گرم) بوده است.

درصد جوانه‌زنی

اثرات ساده و متقابل همه‌ی تیمارها در صفت درصد جوانه‌زنی بذر چمن در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). در مورد اثر ساده‌ی چمن، بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به فستوکا و لولیوم بود. در رابطه با اثر ساده‌ی مقدار بقایای گیاهی نیز بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و یک گرم پودر بقایای گیاهی اختصاص داشت. همچنین در بررسی اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر چمن در تیمار کاج و کمترین در تیمار ابریشم مشاهده شد. در بین تیمارهای اثر متقابل چمن و مقدار بقایای گیاهی بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد فستوکا به میزان ۹۴ درصد و کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد لولیوم به میزان ۲۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). در جدول ۳ نتایج حاکی از آن است که بیشترین درصد جوانه‌زنی به تیمار چمن فستوکا با پودر بقایای گیاهی درخت کاج و کمترین به تیمار چمن لولیوم به همراه پودر بقایای زیتون‌تلخ اختصاص دارد. طبق جدول ۴ تیمار پودر بقایای درخت کاج به میزان یک گرم بیشترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۶۲ درصد و تیمار پودر بقایای ابریشم به مقدار یک گرم کمترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۴۱/۶۲۵درصد را به خود اختصاص داده است. همچنین اثرات سه‌گانه نیز در شکل ۳ نشان می‌دهد که بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد فستوکا به میزان ۹۴درصد و کمترین نیز مربوط به تیمار چمن لولیوم به همراه پود بقایای درخت کاج به مقدار ۰/۴۶ گرم به میزان ۲۴/۷۵٪ بوده است.

سرعت جوانه‌زنی

اثرات ساده و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه‌ی همه‌ی تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در بررسی اثر ساده‌ی چمن، بیشترین سرعت جوانه‌زنی در فستوکا و کمترین سرعت در لولیوم مشاهده شد. همچنین در ارتباط با اثر ساده‌ی مقدار بقایای گیاهی، بیشترین سرعت جوانه‌زنی به تیمار شاهد و کمترین به تیمار یک گرم پودر بقایای گیاهی اختصاص داشت. در مورد اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی نیز بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار کاج و کمترین نیز مربوط به تیمار ابریشم بود. در جدول ۲ نتایج نشان می‌دهد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در بین تیمارهای چمن و مقدار پودر بقایای گیاهی مربوط به تیمار شاهد فستوکا و کمترین نیز مربوط به تیمار شاهد لولیوم می‌باشد. همچنین طبق جدول ۳ بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار چمن فستوکا با پودر بقایای گیاهی درخت کاج به میزان ۶/۶۲۱ (تعداد بذر در روز) و کمترین نیز مربوط به تیمار چمن لولیوم همراه با پودر بقایای درخت گل‌ابریشم به میزان ۱/۱۹۳ (تعداد بذر در روز) است. در جدول ۴ نتایج نشان داد که تیمار پودر بقایای درخت کاج به میزان یک گرم بیشترین سرعت جوانه‌زنی و تیمار پودر بقایای ابریشم به مقدار یک گرم کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشته است. در بین اثرات سه‌گانه‌ی تیمارها، تیمار شاهد فستوکا با مقدار ۶/۹ (تعداد بذر در روز) بیشترین سرعت جوانه‌زنی و تیمار شاهد لولیوم با مقدار ۰/۹۶ (تعداد بذر در روز) کمترین سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۴).

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که تیمار شاهد در صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی بهترین عملکرد را داشته و در صفات وزن تر و خشک بیشترین عملکرد مربوط به زمانی بوده که از بقایای درخت کاج به میزان ۱ گرم استفاده شده بود. همچنین در مورد صفات طول ریشه و طول گیاه می‌توان چنین بیان کرد که تیمار شاهد و تیمار ۰/۴۶ گرم اختلاف کمی داشتند و تقریباً در یک سطح قرار می‌گیرند. البته ممکن است با کم و زیاد کردن مقدار بقایای گیاهی و تغییر نوع آن، نتایج نیز تغییر کنند. در بررسی اثرات متقابل، در برخی موارد شاید چنین به نظر آید که خاصیت آللوپاتیک بقایای این درختان اثر چندانی بر رشد و جوانه‌زنی چمن نداشته است، درحالی‌که بررسی اثرات ساده نشان‌دهنده‌ی اثر منفی و بازدارنده‌ی آللوکمیکال‌های موجود در بقایای گیاهی بود. البته ممکن است به دلیل دخالت اثرات محیطی و یا یکسان نبودن آبیاری که منجر به آبشویی پودر بقایای گیاهی شده است، خطاهایی در آزمایش ایجاد شده باشد. در کل می‌توان چنین نتیجه گرفت که آللوکمیکال‌های موجود در پودر بقایای گیاهی درختان گل‌ابریشم، کاج و زیتون‌تلخ منجر به کاهش رشد و جوانه‌زنی این دو گونه چمن شدند و با افزایش مقدار پودر بقایای گیاهی، اثرات آللوپاتیک تشدید شد.

طبق مطالعات والرا–بورگوس و همکاران (Valera *et al.*, 2012) وجود مواد شیمیایی در خاک ممکن است توسط عوامل زیادی ایجاد شود. نوع خاک، تراکم برگ‌ها، میزان تجزیه مواد گیاهی، گونه‌های گیاهی همسایه، میزان بارندگی و pH خاک در تعیین وجود یا عدم وجود مواد آللوپاتیک در خاک و تعیین غلظت آستانه مواد آللوپاتیک تاثیرگذار بر گیاهان مجاور، موثر است. همچنین می‌توان گفت، ترکیبات آللوپاتیک فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد و این ترکیبات ممکن است اثرات بازدارنده بر جوانه‌زنی و رشد دیگر گیاهان داشته باشند به‌طوری‌که ممکن است ترکیبات آللوپاتیک توقف شدید میتوزی در سلول‌های مریستمی را به همراه داشته باشد که باعث کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Paravar *et al.*, 2016).

جدول ۲- اثر متقابل چمن×مقدار پودر گیاهی بر صفات مورفولوژیکی و جوانه‌زنی دو گونه چمن

Table 2- The interaction effect of grass × amount of plant powder on the morphological and germination traits of two grass species

تیمارها Treatments		طول گیاه Plant length (mm)	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر Fresh weight (g)	وزن خشک Dry weight (g)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (day)
فستوکا Festuca	0	72[a]	50[a]	1.55[a]	0.25[ab]	94[a]	6.90[a]
	0.46	43[d]	29.50[b]	1.311[b]	0.24[b]	82.50[b]	5.90[b]
	1	34.5[e]	24.83[b]	1.40[b]	0.271[a]	75[c]	5.68[b]
لولیوم Lolium	0	56[c]	47[a]	1.13[c]	0.150[c]	25[e]	0.96[d]
	0.46	68.75[ab]	49.08[a]	1.36[b]	0.235[b]	25.33[e]	1.22[cd]
	1	64.08[b]	49.83[a]	1.60[a]	0.26[ab]	29.66[d]	1.47[c]

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the 5% of probability leve based on LSD Test.

جدول ۳- اثر متقابل چمن×نوع بقایای گیاهی بر صفات مورفولوژیکی و جوانه‌زنی دو گونه چمن

Table 3- The interaction effect of grass ×tType of plant residues on the morphological and germination traits of two grass species

تیمارها Treatments		طول گیاه Plant length (mm)	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر Fresh weight (g)	وزن خشک Dry weight (g)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (day)
فستوکا Festuca	کاج Pine	50.42[c]	36.00[bc]	1.60[a]	0.28[a]	89.92[a]	6.62[a]
	زیتون‌تلخ Chinaberry	50.33[c]	34.50[c]	1.42[b]	0.27[a]	87.25[a]	6.46[a]
	گل ابریشم Albizia lebbeck	48.75[c]	33.83[c]	1.25[c]	0.21[bc]	74.33[b]	5.41[b]
لولیوم Lolium	کاج Pine	58.25[b]	49.25[a]	1.43[b]	0.24[b]	27.67[c]	1.25[c]
	زیتون‌تلخ Chinaberry	57.83[b]	41.33[b]	1.32[bc]	0.19[c]	26.08[c]	1.21[c]
	گل ابریشم Albizia lebbeck	72.75[a]	55.33[a]	1.35[bc]	0.21[bc]	26.25[c]	1.19[c]

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the 5% of probability leve based on LSD Test.

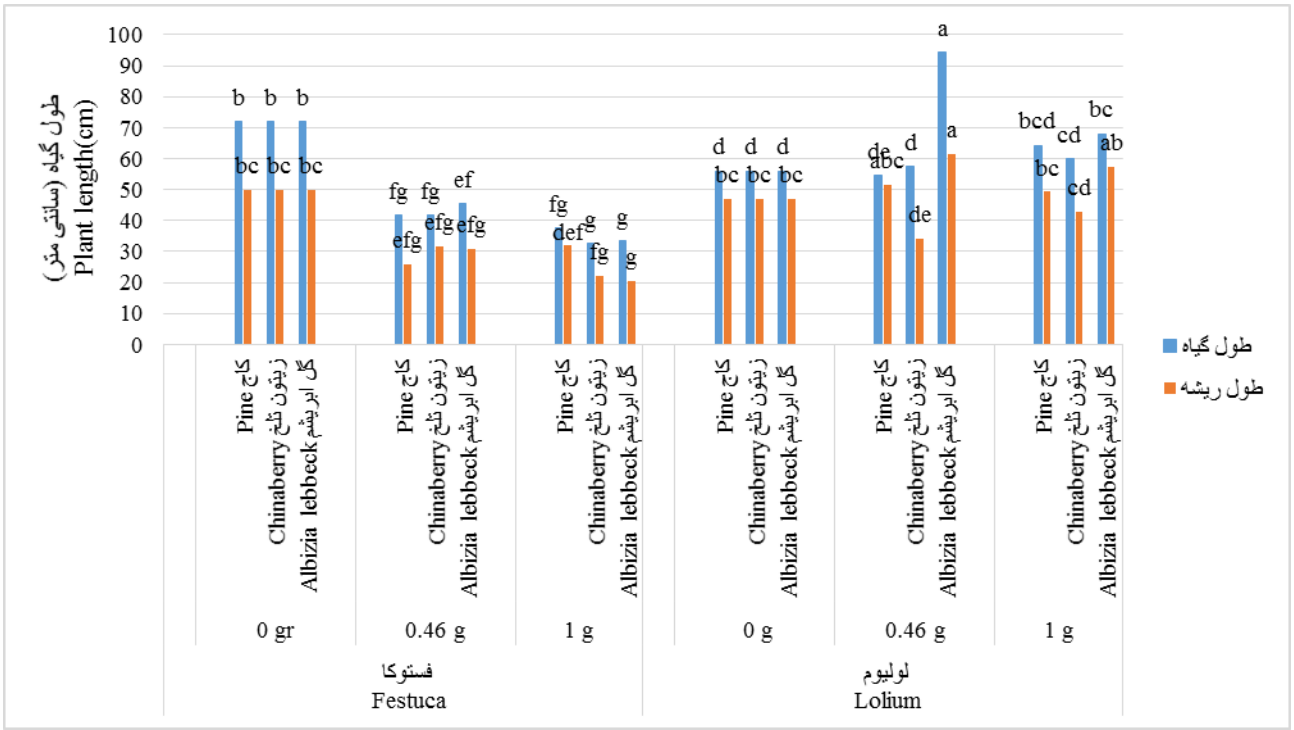
جدول ٤-اثر متقابل مقدار بقایای گیاهی×نوع بقایای گیاهی بر صفات مورفولوژیکی و جوانه‌زنی دو گونه چمن

Table 4- The interaction effect of plant residue amount ×type of plant residue on the morphological and germination traits of two grass species

تیمارها Treatments		طول گیاه Plant length (mm)	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر Fresh weight (g)	وزن خشک Dry weight (g)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (day)
شاهد control		64.00^{a}	48.50^{a}	1.34^{c}	0.20^{b}	59.50^{ab}	3.93^{ab}
0.46 g	کاج Pine	48.12^{b}	38.75^{bcd}	1.49^{b}	0.28^{a}	54.87^{bc}	3.76^{b}
	زیتون‌تلخ Chinaberry	49.62^{b}	32.87^{cd}	1.28^{c}	0.22^{b}	57.12^{bc}	3.88^{ab}
	گل ابریشم Albizia lebbeck	69.87^{a}	46.25^{ab}	1.24^{c}	0.21^{b}	49.75^{d}	3.10^{c}
1 g	کاجPine	50.87^{b}	40.62^{abc}	1.71^{a}	0.30^{a}	62.00^{a}	4.11^{a}
	زیتون‌تلخ Chinaberry	46.25^{b}	32.37^{d}	1.49^{b}	0.27^{a}	53.37^{cd}	3.75^{b}
	گل ابریشم Albizia lebbeck	50.75^{b}	39.00^{bcd}	1.31^{c}	0.22^{b}	41.62^{e}	2.88^{c}

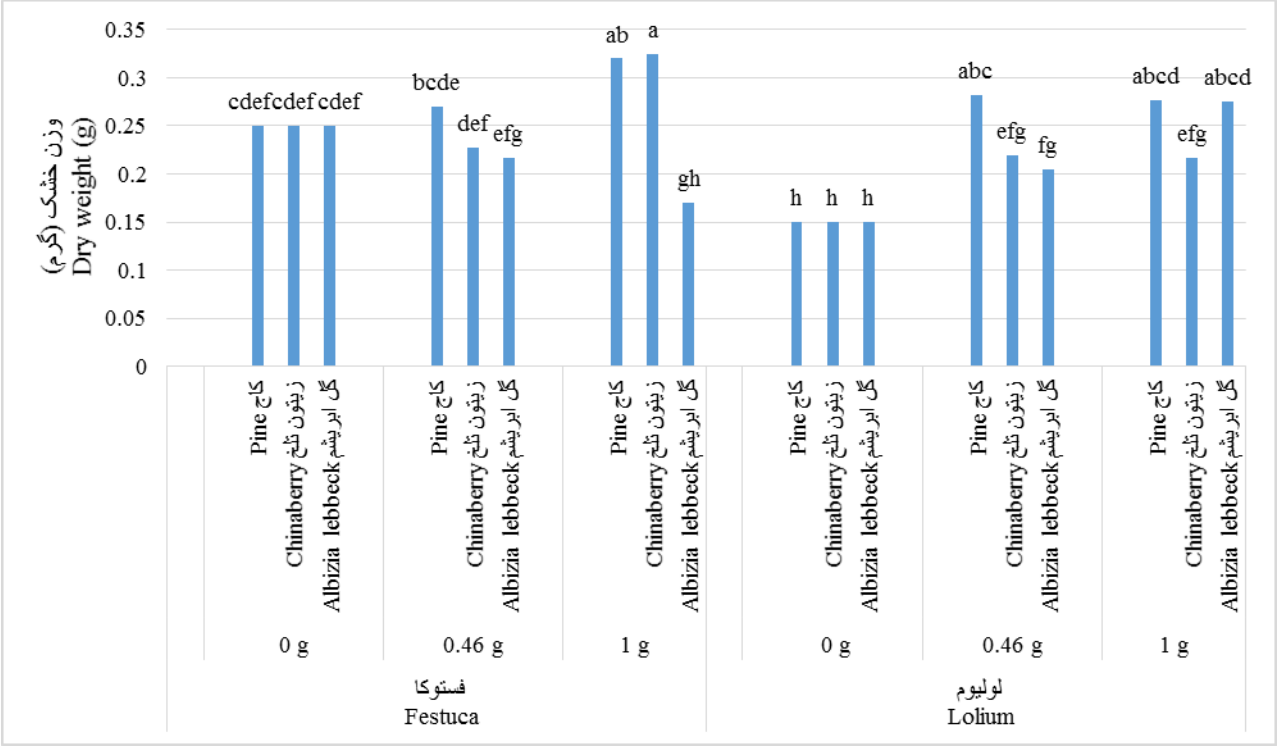
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the 5% of probability leve based on LSD Test.



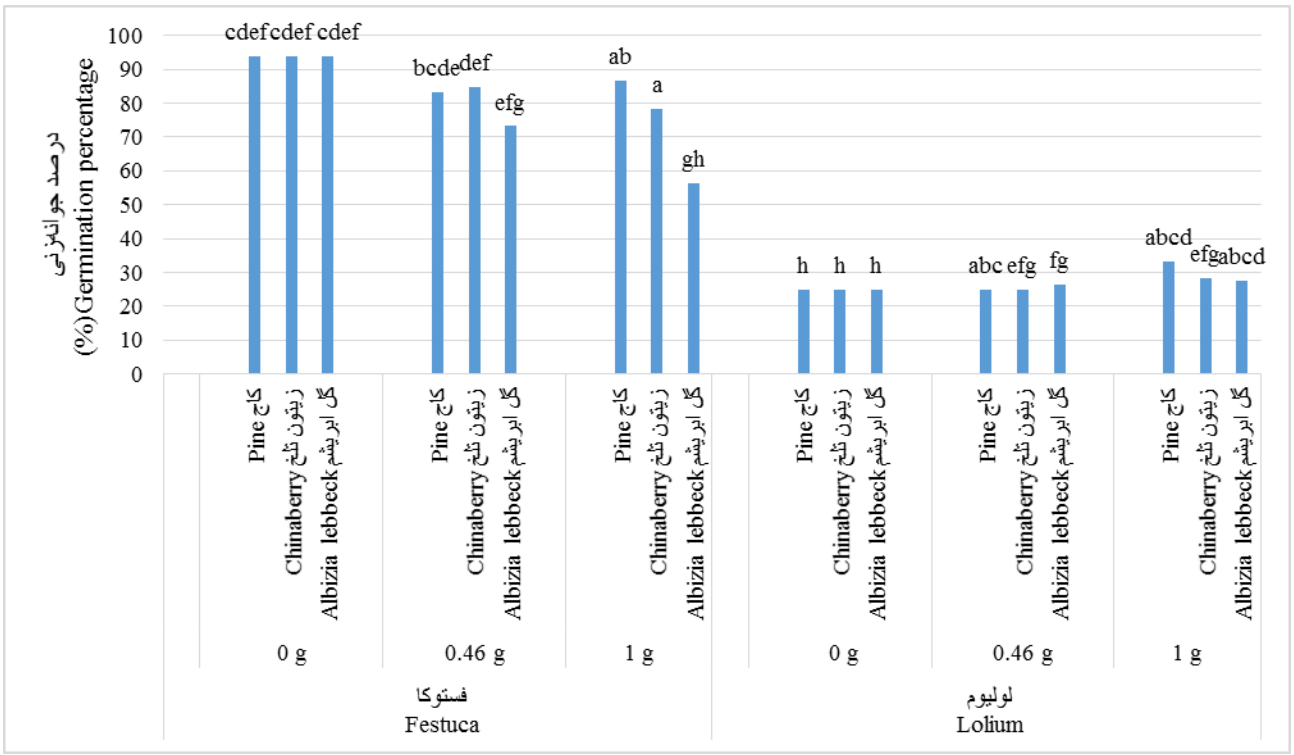
شکل ۱- اثر سه‌گانه تیمارهای مختلف بر صفات طول گیاه و طول ریشه دو گونه چمن

Figure 1- The triple effect of different treatments on plant and root length of two grass species (LSD, $p \leq 0.05$)



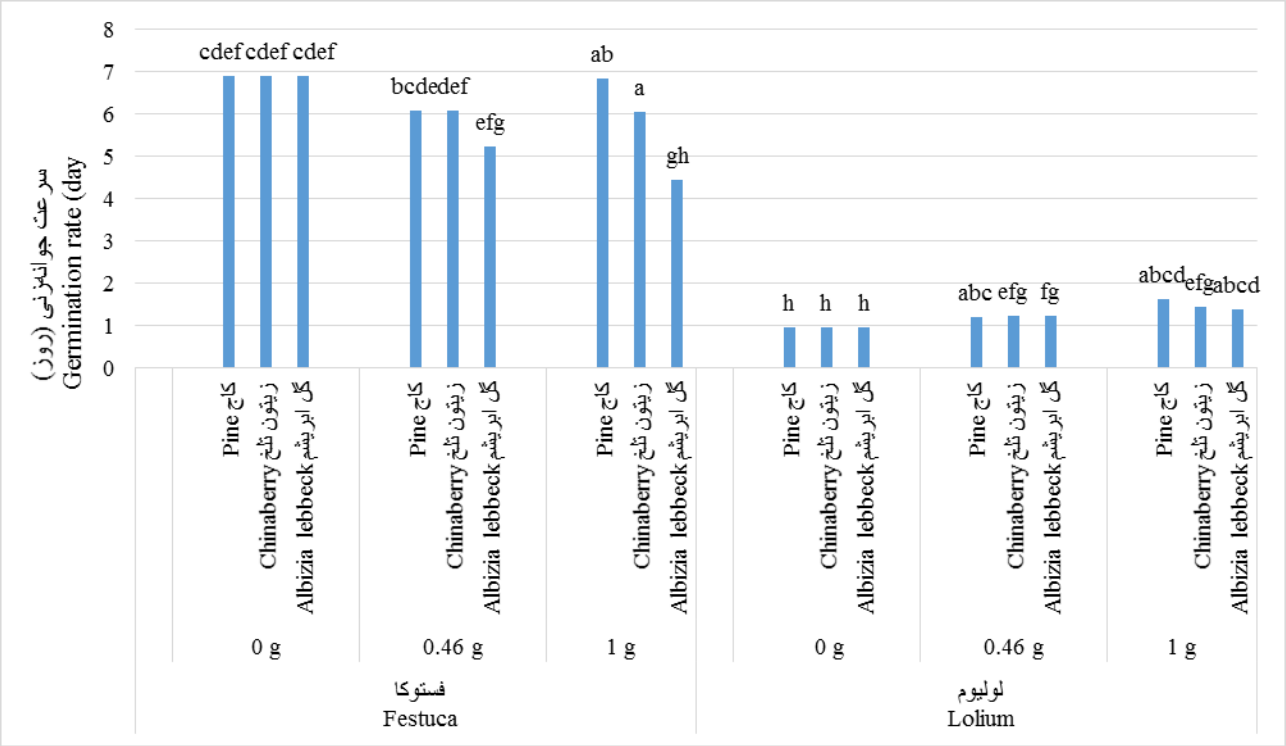
شکل ۲- اثرسه‌گانه تیمارهای مختلف بر صفت وزن خشک کل دو گونه چمن

Figure 2- The triple effect of different treatments on total dry weight of two grass species(LSD, $p \leq 0.05$)



شکل ۳- اثر سه‌گانه تیمارهای مختلف بر درصد جوانه زنی بذر دو گونه چمن

Figure 3- The triple effect of different treatments on seed germination percentage of two grass species (LSD, $p \leq 0.05$)



شکل ٤- اثر سه‌گانه تیمارهای مختلف بر سرعت جوانه زنی بذر دوگونه چمن

Figure 4- The triple effect of different treatments on seed germination rate of two grass species (LSD, $p \leq 0.05$)

صابری و همکاران (Saberi *et al.*, 2015) با بررسی اثر ترکیبات آللوپاتیک اکالیپتوس بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه‌چه‌های *Festuca arundinacea* به این نتیجه رسیدند که عصاره اکالیپتوس اثر آللوپاتیک بازدارنده بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ها *Festuca arundinacea* دارد. با بررسی اثر مواد آللوپاتیک درخت زبان‌گنجشک بر دو گیاه بارهنگ و منداب نتایج نشان داد که درخت زبان‌گنجشک دارای اثر آللوپاتیک بازدارنده بر هر دو بذر بارهنگ و منداب دارد (Karam, Vaseghi, Davazdahemami and Asadi 2017). گاد الروکیک و همکاران (Gad El-Rokiek *et al.*, 2019) نیز نشان دادند که اثر آللوپاتی پودر گیاه نخود به مقدار ۱۰۰ گرم باعث کنترل ۸۰ تا ۷۰ درصد علف‌های هرز قناری می‌شود. در پژوهشی به‌منظور بررسی اثر آللوپاتی پودر بذر گیاهان خردل و آب تره به همراه علف‌کش *Basamid* بر گیاه کنجد و سویا نتایج نشان داد که پودر بذر این دو گیاه به دلیل کنترل علف‌های هرز باعث افزایش عملکرد گیاهان کنجد و سویا شده است (Ahmed *et al.*, 2020). طبق مطالعات الدبا و همکاران (El-Dabaa *et al.*, 2019) نیز پودر دانه‌های گیاه منداب باعث کنترل گل جالیز گونه *Orobanche crenata* می‌شود.

آزمایش دوم: تأثیر عصاره آبی بقایای گیاهان بر جوانه‌زنی و رشد چمن‌ها

طول گیاه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده تیمار چمن و بقایای گیاهی در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل این دو در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). در مورد اثر ساده‌ی چمن، بیشترین طول گیاه در چمن فستوکا و کمترین در چمن لولیوم بود. همچنین در بررسی اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین طول گیاه به تیمار شاهد و کمترین به تیمار گل ابریشم اختصاص داشت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از شکل ۵a بیشترین میانگین مربوط به اثر متقابل تیمار فستوکا شاهد و کمترین نیز مربوط به تیمار چمن لولیوم همراه با عصاره بقایای درخت گل‌ابریشم مشاهده شده است. این نتایج نشان می‌دهند که عصاره‌ی بقایای درختان گل‌ابریشم، کاج و زیتون‌تلخ تأثیر منفی در رشد ساقه چمن‌ها داشته است.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای عصاره نوع بقایای گیاهی بر صفات مورفولوژی دو گونه چمن

Table 5- ANOVA (mean squares) for the effect of plant residue extract on the morphological traits of two grass species

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	طول گیاه Plant length (mm)	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر Fresh weight (g)	وزن خشک Dry weight (g)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (day)
چمن Grass	1	1160.65**	0.28ns	0.0035**	0.000001*	7004.2**	2.45**
نوع بقایای گیاهی Kind of plant residue	3	467.87**	289.77**	0.0033**	0.000001**	3681.9**	1.29**
چمن×نوع بقایای گیاهی Grass × Kind of plant residue	3	176.88*	17.95**	0.0033**	0.000001*	1081.9*	0.78**
خطای آزمایش Erorr	16	34.04	1.10	0.000002	0.0000001	300.0	0.01

ns ,*, به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و دارای اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns: non-significant, significant at 1% and 5% of probability levels, respectively. ,**,*

طول ریشه

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده نوع بقایای گیاهی و اثر متقابل چمن و نوع بقایای گیاهی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند اما اثر ساده‌ی تیمار چمن در این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۴). در رابطه با بررسی اثر ساده‌ی چمن، اختلاف معنی‌داری بین چمن فستوکا و لولیوم وجود نداشت اما در مورد اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار شاهد و کمترین مربوط به تیمار ابریشم بود. تیمار چمن لولیوم شاهد با میانگین ۱۶/۱ میلی‌متر دارای بیشترین طول ریشه بود و کمترین طول ریشه مربوط به اثر متقابل تیمار چمن لولیوم همراه با بقایای درخت گل‌ابریشم با میانگین ۰/۴۳۳ میلی‌متر بوده است (شکل ۵b).

وزن تر

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که وزن تر در اثرات ساده تیمارها و اثر متقابل تیمار چمن و نوع بقایای گیاهی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشته است (جدول ۵). در بررسی اثر ساده‌ی چمن مشاهده کردیم که بیشترین وزن تر مربوط به لولیوم و کمترین مربوط به فستوکا می‌باشد. همچنین در رابطه با اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین وزن تر به تیمار شاهد و کمترین به تیمار ابریشم اختصاص داشت. نتایج مقایسه میانگین شکل ۵c نشان داد که وزن تر شاهد لولیوم با میانگین ۰/۱ گرم بیشتر از وزن تر چمن‌هایی بود که عصاره آبی بقایای گیاهی در آن‌ها استفاده شده بود، وزن تر تیمار چمن لولیوم همراه با عصاره بقایای درخت گل‌ابریشم با میانگین ۰/۰۰۲ گرم کمترین وزن تر را به خود اختصاص داده است.

وزن خشک

نتایج آنالیز واریانس حاکی از این بود که اثرات ساده تیمار چمن و نوع بقایای گیاهی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شده است (جدول ۵). در بررسی اثر ساده‌ی چمن مشاهده کردیم که بیشترین وزن خشک مربوط به لولیوم و کمتری مربوط به فستوکا می‌باشد. همچنین در ارتباط با اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین وزن خشک به تیمار کاج و کمترین به تیمار ابریشم اختصاص داشت. با توجه به شکل۵d، اثر متقابل تیمار چمن و نوع بقایای گیاهی بیشترین میانگین مربوط به تیمار چمن لولیوم به همراه عصاره آبی بقایای درخت کاج با میانگین ۰/۰۰۲ گرم است و کمترین وزن خشک به‌طور مشترک مربوط به تیمارهای چمن فستوکا به همراه عصاره آبی بقایای درخت گل‌ابریشم و چمن لولیوم همراه با عصاره بقایای درخت گل‌ابریشم است.

درصد جوانه‌زنی

طبق جدول ۵ اثرات ساده تیمارها در سطح احتمال ۱درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۵درصد معنی‌دار شده است. در مورد اثر ساده چمن، بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی در چمن فستوکا و لولیوم مشاهده شد. همچنین در بررسی اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین و کمترین

درصد جوانه‌زنی به تیمار شاهد و تیمار ابریشم اختصاص داشت. با توجه به شکل۵e، در بین اثرات متقابل تیمارها بیشترین درصد جوانه-زنی به‌طور مشترک مربوط به تیمارهای فستوکا شاهد و چمن فستوکا با عصاره آبی گیاه درخت کاج با میانگین ۸۰درصد مشاهده شد و کمترین درصد جوانه‌زنی نیز به‌طور مشترک مربوط به تیمارهای چمن لولیوم به همراه عصاره آبی زیتون‌تلخ و چمن لولیوم همراه با عصاره آبی درخت گل‌ابریشم مشاهده شده است.

سرعت جوانه‌زنی

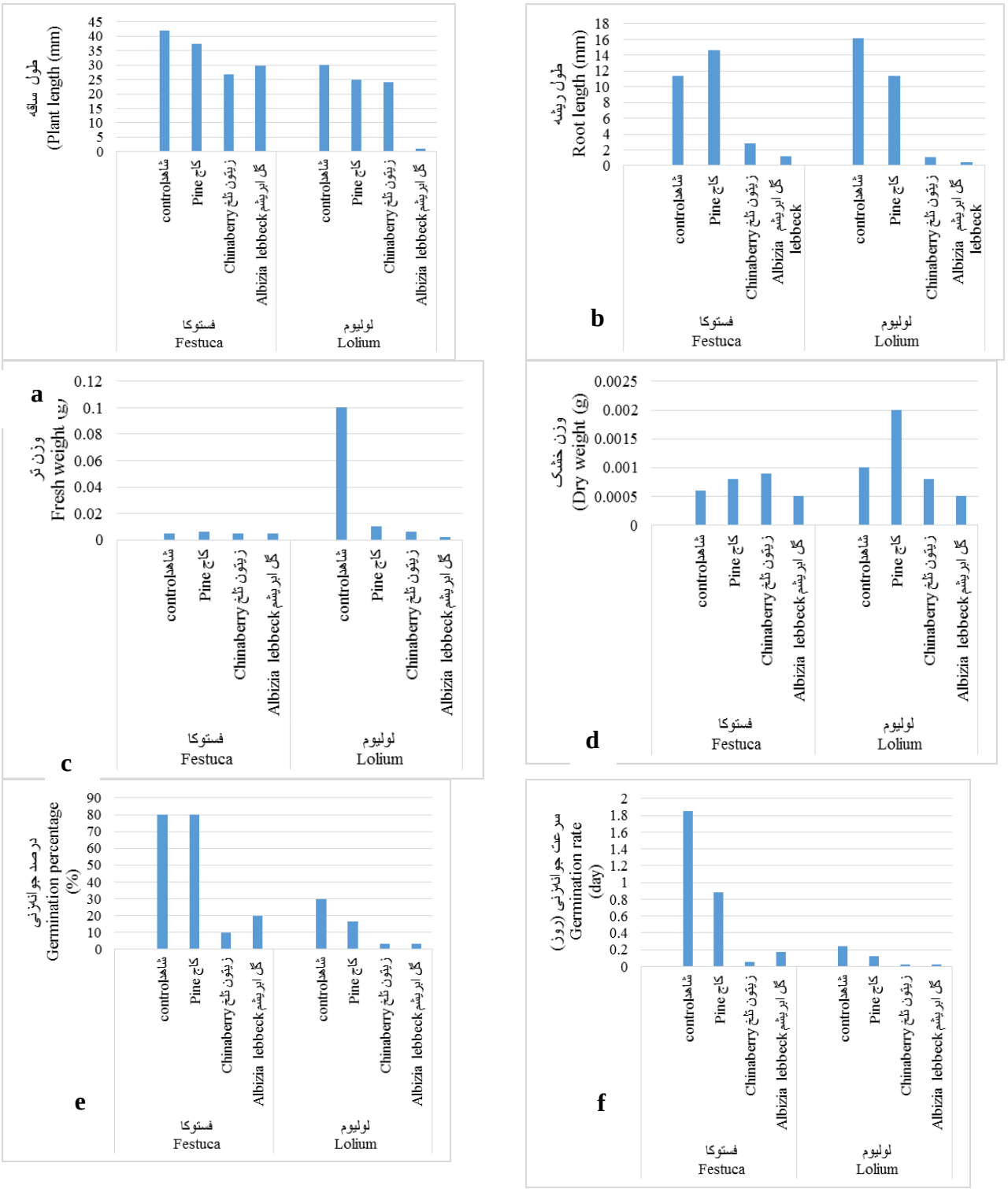
با توجه به نتایج آنالیز واریانس جدول ۵، اثر کلیه تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱درصد داشتند. در بررسی اثر ساده چمن، بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به چمن فستوکا و کمترین مربوط به چمن لولیوم بوده است. همچنین در مورد اثر ساده‌ی نوع بقایای گیاهی، بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و ابریشم بود. در اثر متقابل تیمار چمن و نوع بقایای گیاهی، بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به تیمار فستوکا شاهد با میانگین ۱/۸۵ و چمن لولیوم به همراه بقایای زیتون‌تلخ با میانگین ۰/۰۲ درصد بوده است (شکل 5f).

نتایج آزمایش دوم حاکی از آن است که در همه‌ی صفات اندازه‌گیری شده تیمار شاهد بهترین عملکرد را داشته است. به‌نحوی‌که بیشترین وزن تر و خشک، سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول گیاه و ریشه در تیمار شاهد مشاهده شد. از این نتایج می‌توان چنین برداشت کرد که آللوکمیکال‌های موجود در عصاره‌ی پودر بقایای گیاهی اثر معنی‌داری بر عملکرد این دو گونه چمن داشته‌اند و منجر به کاهش رشد و جوانه‌زنی شده‌اند. کاهش جوانه‌زنی به دلیل تنش آللوپاتیک می‌تواند به دلیل ناهنجاری‌های مختلف در فعالیت‌های متابولیکی، پتانسیل اشباع بذرها، مرگ برخی از سلول‌های تقسیم کننده و ناهنجاری‌های جنینی باشد. اثرات آللوپاتیک باعث مهار شدید میتوز که در هسته و میتوکندری رخ می‌دهد، شده و ساختار سلولی را برهم می‌زند و قدرت جذب مواد معدنی و آب را کاهش می‌دهد که می‌تواند منجر به کاهش رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه شود. در پژوهشی به‌منظور بررسی اثر آللوپاتی عصاره آبی اکالیپتوس بر بذر دو نوع چمن *Urochloa decumbens* و *Panicum maximum* نتایج نشان داد که غلظت ۵۰ و ۱۰۰ درصد عصاره برگ اکالیپتوس به‌شدت مانع جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها شده است (Carvalho *et al*., 2015). ارزیابی اثر عصاره آبی پوسته دانه‌های درخت کاج برزیلی و پوسته میوه درخت پی‌کان بر جوانه‌زنی گیاه کاهو نشان داد که هر دو عصاره آبی توانایی مهمی در مهار جوانه‌زنی بذرهای کاهو نسبت به شاهد، هنگام استفاده در تراکنش‌های حداکثر ۵ کیلوگرم در مترمکعب داشته است (Ismael *et al*., 2017). سیار و همکاران (Siyar *et al*., 2018) با بررسی اثر آللوپاتیک عصاره‌های آبی علف‌های هرز *Avena fatua*، *Melilotus officinalis* و *Polypogon hissaricus* بر عملکرد سه رقم گندم (Ata Habib، Pirsabaq و Serin) نشان دادند که Ata Habib حساس‌ترین رقم به تنش آللوپاتیک است. آزمایشی به‌منظور بررسی اثر آللوپاتی عصاره آبی گیاه سورگوم، اکالیپتوس، آفتابگردان و تنباکو بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی، بیوشیمیایی و آنزیمی دو علف هرز یولاف وحشی و خردل وحشی نتایج نشان داد که غلظت‌های متفاوت عصاره آبی سورگوم نسبت به دیگر عصاره آبی گیاهان اثر مهاری بیشتری بر هر دو علف هرز داشتند (Paravar *et al*., 2018).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج هردو آزمایش نشان داد که بقایای درختان زیتون‌تلخ، کاج و گل‌ابریشم دارای خواص آللوپاتیک بوده و به نحوی اثرات منفی بر صفات طول گیاه و ریشه، وزن تر و خشک، سرعت و درصد جوانه‌زنی چمن‌های لولیوم و فستوکا دارند. همچنین در اکثر موارد با افزایش مقدار مواد آللوپاتیک اثرات منفی بر روی گیاهان چمن لولیوم و فستوکا تشدید شد.

بر اساس نتایج هر دو آزمایش می‌توان چنین نتیجه گرفت که اثر آللوپاتیک درختان زیتون‌تلخ و گل‌ابریشم بیشتر از کاج بوده است. همچنین به‌طور تقریبی می‌توان این‌طور بیان کرد که عملکرد هر دو چمن در مواجه با بقایا و عصاره‌ی حاوی آللوکمیکال‌ها یکسان بوده و اختلاف کمی داشتند. به طور مثال در آزمایش دوم اثر عصاره آبی زیتون‌تلخ باعث کاهش ۲۸درصد طول گیاه، ۸۹ درصد طول ریشه، ۱۶درصد وزن خشک، ۷۵درصد درصد جوانه‌زنی و ۸۵ درصد سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد چمن فستوکا شده است. همچنین اثر عصاره آبی زیتون‌تلخ بر چمن لولیوم باعث کاهش ۹۶درصد طول گیاه، ۹۷ درصد طول ریشه، ۹۸ درصد وزن تر، ۵۰درصد وزن خشک، ۸۹ درصد درصد جوانه‌زنی و ۸۹ درصد سرعت جوانه‌زنی شده نسبت به تیمار شاهد چمن لولیوم شده است.



شکل ۵- اثرات متقابل چمن×نوع بقایای گیاهی بر طول گیاه (a)، طول ریشه (b)، وزن تر(c)، وزن خشک (d)، درصد جوانه زنی بذر (e) و سرعت جوانه زنی بذر (f) دو گونه چمن

Figure 5- The interaction effects of grass × Type of crop residues on plant length (a), root length (b), fresh weight (c), dry wight (d), seed germnation percentage (e), and seed germination rate (f) of two grass species. (LSD, $p \leq 0.05$)

منابع

1. Ahmed, S.A.A., Messiha, N.K., El-Dabaa, M.A.T., & El-Masry, R.R. (2020). The residual allelopathic effects of two brassicaceae seed powder on the following summer plants and associated weeds, Middle East *Journal of Agriculture Research 9*(2): 479-490. http://doi.org/10.36632/mejar/2020.9.2.38.
2. Ashraf, H., Zakizadeh, H., Ehteshami, M.R., & Bigelow, M.H. (2018). Evaluation the symbiosis of three mycorrhizae fungi species on biochemical characteristics of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) and Agropyron (*Agropyron elongatum*) turfgrasses under drought stress conditions, *Journal of Plant Production Research 24*(3): 27-46. (In Persian). https://doi.org/10.22069/jopp.2017.11446.2058.
3. Ashraf, M., & Ali, Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.), *Environmental* and *Experimental Botany* 63: 266-273. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.11.008.
4. Ataei, A., Gholamalipour Alamdari, E., Avarseji, Z., & Rahemi Karizaki, A. (2019). Study of contents of some secondary metabolites and allelopathic effects of various organs of *Fumaria parviflora* weed on Avena ludoviciana, *Journal of Applied Biology 32*(4): 76-96. (In Persian with English abstract)
5. Carvalho, F.P., Melo, C.A.D., Machado, M.S., Dias, D.C.F.S., & Alvarenga, E.M. (2015). The allelopathic effect of eucalyptus leaf extract on grass forage seed, *Planta Daninha 33*(2): 193-201. https://doi.org/10.1590/0100-83582015000200004.
6. El-Dabaa, M.A., Ahmed, S.A., Messiha, N.Kh., & El-Masry, R.R. (2019). The allelopathic efficiency of *Eruca sativa* seed powder in controlling orobanche crenata infected *Vicia faba* cultivars, *Bulletin of the National Research Centre 43*(37): 2-8. https://doi.org/10.1186/s42269-019-0079-9.
7. Gad El-Rokiek, K., Saad El-Din, S.A., Adel El-Wakeel, M., El-Sayed El-Awadi, M., & Gergis Dawood, M. (2019). Allelopathic potential of the pea seed powder as natural herbicide for controlling weeds infested wheat plants, *Bulletin of the National Research Centre 43*(193): 2-9. https://doi.org/10.1186/s42269-019-0248-x.
8. Hua Q., Liu Y.G., Yan Z.L., Zeng G.M., Liu Sh.B., Wang W.J., Tan X.F., Deng J.Q., Tang X., and Wang Q.P. 2018. Allelopathic effect of the rice straw aqueous extract on the growth of *Microcystis aeruginosa*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 148: 953-959. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.11.049.
9. Ismael Klein, M., Biondo, E., Kolchinki, E.M., & Sant Anna, V. (2017). Allelopathic effect of aqueous extracts from agro-industrial residues of pecan nut [*Carya illinoinensis*, *Revista Eletrônica Científica da Uergs 3*(3): 495-507. https://doi.org/10.21674/2448-0479.33.495-507.
10. Paravar, A., Maleki Farahani, S., & Rezazadeh, A.R. (2016). Evaluation of the allelopathic properties effect of two medicinal plant, *Lallemantia royleana* and *Echinacea angustifolia* extracts on germination and early seedling growth of *Sinapis arvensis* and *Avena fatua*, *Iranian Journal of Seed Science and Research 3*(2): 41-52. (In Persian with English abstract). https://dorl.net/dor/20.1001.1.24763780.1395.3.2.4.0.
11. Paravar, A., Maleki Farahani, S., Sadeghi, R., & Eisanejad, N.S. (2018). Effect of plants allelopathic on germination, biochemical and enzymic activity of weeds, *Iranian Journal of Seed Science and Research 7*(1): 15-26. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22124/jms.2020.4268.
12. Rasouli M., Hatamzadeh A., Ghasemnezhad M. and Samizadeh Lahiji H. 2017, The increase of salinity tolerance of three turf grass species using trinexapac-ethyl, *Nova Biologica Reperta 4*(1): 28-37. (In Persian with English abstract). http://dx.doi.org/10.21859/acadpub.nbr.4.1.29.
13. Saberi, M., Tavili, A., & Miri, M. (2015). Investigation the effects of different levels of gibberellic and salicylic acid on improvement of germination indices of *Festuca arundinacea* under stress with allelopathic compound. *Journal of Natural Environment 67*(4): 415-524. (In Persian). https://jne.ut.ac.ir/article_53070_69.
14. Sharif, D., Mazaheri, M., & Zehzad, B. (1993) (ed.) *Ground Covers*, Publications of the Parks and Green Space Organization of the City, Tehran.
15. Siyar S., Majeed A., Muhammad Z., Ali H., and Inayat N. 2018. Allelopathic effect of aqueous extracts of three weed species on the growth and leaf chlorophyll content of bread wheat. *Acta Ecologica Sinica 39*(1): 63-68. https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.05.007.
16. Ummings, J.A., Parker, I.M., & Gilbert, G.S. (2012). Allelopathy: a tool for weed management in forest restoration. *Plant Ecology* 213: 1975-1989. https://doi.org/10.1007/s11258-012-0154-x.
17. Valera-Burgos, J., Dı´az-Barradas, M.C., & Zunzunegui, M. (2012). Effects of *Pinus pinea* litter on seed germination and seedling performance of three Mediterranean shrub species. *Plant Growth Regulation* 66: 285-292. https://doi.org/10.1007/s10725-011-9652-4.
18. Vaseghi, A., Davazdahemami, S., & Asadi Karam, E. (2017). Investigating the effect of various sources of production and concentration of allelochemical materials of *Fraxinus excelsior* L. on *Plantago lanceolata* and *Eruca sativa* Plants with an emphasis on deterrence index. *Journal of Plant and Ecosystem 13*(50): 79-133. (In Persian with English abstract)
19. Zheljazkov, V.D., Jeliazkova, E.A., & Astatkie, T. 2021. Allelopathic effects of essential oils on seed germination of barley and wheat, *Plant 10*(2728): 1-15. https://doi.org/10.3390/plants10122728.

20. Zubay, p., Kunzelmann, J., Ittze´s, A., Za´mborine´, N., & Szabo, K. (2021). Allelopathic effects of leachates of *Juglans regia* L., *Populus tremula* L. and juglone on germination of temperate zone cultivated medicinal and aromatic plants, *Agroforest System* 95:43-442. https://doi.org/10.1007/s10457-020-00572-9.