

Spatial dynamics analysis of weeds and their impact on yield and yield components of lentils (*Lens culinaris*) during the growing season

Nahid Afandideh¹, Alireza Bagheri^{2*}, Farzad Mondani³, Hamidreza Chaghazardi⁴

¹ Graduate Student, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: nahidafandideh@gmail.com

^{2*} Corresponding author, Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: a.bagheri@razi.ac.ir - alireza884@gmail.com

³ Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: f.mondani@razi.ac.ir

⁴ Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran, Email: hamidrezachaghazardi@yahoo.com

Article Info

Article type:

Research Full Paper

ABSTRACT

Background and objectives: Lentil (*Lens culinaris* Med.) is one of the important and nutritious legumes cultivated in many countries around the world. This plant is significant in human and animal nutrition. One of the major challenges in lentil production is the presence of weeds, which can negatively affect its growth and performance. Weeds compete for water, light, and nutrients, leading to a significant reduction in lentil yield. Research has shown that increased weed density results in decreased biomass and establishment ability of plants during the growing season. Understanding the spatial dynamics of weeds and their distribution in fields can help farmers adopt more effective strategies for weed control and increase lentil yield. This study aimed to investigate the impacts of weeds on the yield and yield components of lentil throughout the growing season, as well as to analyze their spatial relationships.

Article history:

Received: 2023-05-02

Accepted: 2025-09-30

Materials and Methods: This research was conducted during the 2017 growth season in a lentil field located at the Faculty of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah. In this study, weed infestation was classified into six categories: less than 10%, 10% to 20%, 20% to 30%, 30% to 40%, 40% to 50%, and more than 50%. Sampling was conducted at five different phenological stages from the six-leaf stage until just before harvest. The examined traits included weed density and dry biomass, as well as dry biomass of lentils throughout the growing season, along with seed number, seed weight, pod number, pod weight, and thousand-seed weight. To identify the most sensitive growth stages of lentils to weed presence, stepwise regression analysis was employed. Additionally, the distribution of weeds and lentils as well as their spatial correlation were analyzed using ArcMap software.

Keywords:

Lentils

Mapping

Site-specific management

Spatial distribution

Weed critical period

Results: The findings revealed that the most significant effects of weeds were noted during the initial sampling period (25 days after emergence, coinciding with plant establishment) and the fourth sampling period (60 days after germination, coinciding with pod

formation and seed filling). Specifically, for each gram per square meter of dry weed biomass recorded in the first sampling stage, there was a corresponding decrease of 0.5 g in seed weight and 1.61 g in the dry biomass of lentils per square meter. In the fourth sampling stage, this relationship changed slightly, with a reduction of 0.1 g in seed weight and 0.42 g in lentil dry biomass for every gram per square meter of dry weed biomass. Additionally, the strongest spatial correlations between lentil characteristics and dry weed biomass were observed during both the first and fourth sampling stages. In the first sampling stage, the spatial correlations for weed dry biomass with pod number, pod weight, seed number, seed weight, and lentil dry biomass were -74.6%, -73.3%, -72.4%, -73.5%, and -74.5%, respectively. In the fourth sampling stage, these correlations were -75.3%, -78.0%, -71.9%, -73.3%, and -71.0%. This indicates high competition and adverse effects of weeds on lentil traits during these two growth stages.

Conclusion: The findings from this study underscore the importance of effective weed management during critical growth stages of lentils. Identifying sensitive growth stages relative to weed presence and utilizing spatial mapping for implementing location-based management strategies can lead to increased crop yield. Thus, adopting timely and location-based management strategies for identifying high-density areas at risk for weed control is essential and can assist farmers in making better decisions regarding weed management.

Cite this article: Afandideh, N., Bagheri, A.R., Mondani, F., Chaghazardi, H.R. 2025. Spatial dynamics analysis of weeds and their impact on yield and yield components of lentils (*Lens culinaris*) during the growing season. *Crop Production Journal*, 18 (2), 137-154.



© The Author(s).

DOI: [10.22069/ejcp.2025.23612.2684](https://doi.org/10.22069/ejcp.2025.23612.2684)

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources



تحلیل پویایی مکانی علف‌های هرز و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس (*Lens culinaris*) در طول فصل رشد

ناهید افندیده^۱، علیرضا باقری^{۱*}، فرزاد مندنی^۳، حمیدرضا چقازردی^۴

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته اکرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران،
nahidafandideh@gmail.com

^۲ نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران،
alireza884@gmail.com - a.bagheri@razi.ac.ir

^۳ دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران، رایانامه: f.mondani@razi.ac.ir

^۴ استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران،
hamidrezachaghazardi@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی- پژوهشی	سابقه و هدف: عدس (<i>Lens culinaris</i> Med.) یکی از حبوبات مهم و مغذی است که در بسیاری از کشورهای جهان کشت می‌شود که در تغذیه انسان و دام اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از چالش‌های عمده در تولید عدس، حضور علف‌های هرز است. علف‌های هرز با رقابت برای منابع آب، نور و مواد مغذی، می‌توانند باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد عدس شوند. تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش تراکم علف‌های هرز منجر به کاهش زیست‌توده و توانایی استقرار گیاهان در طول فصل رشد می‌شود. بنابراین، شناخت پویایی مکانی علف‌های هرز و چگونگی پراکنش آن‌ها در مزارع می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا استراتژی‌های مؤثرتری برای کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد عدس اتخاذ کنند. این تحقیق با هدف بررسی تأثیرات علف‌های هرز روی عملکرد و اجزای عملکرد عدس در طول فصل رشد و همچنین تحلیل ارتباط مکانی آنها انجام شد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۹	
واژه‌های کلیدی: توزیع فضایی دوره‌بهرانی علف‌های هرز عدس مدیریت متناسب با مکان، نقشه‌برداری	مواد و روش‌ها: این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۹۶ در مزرعه‌ای واقع در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی، کرمانشاه انجام شد. ابتدا آلودگی علف‌های هرز به شش کلاس مختلف طبقه‌بندی شد: کمتر از ۱۰ درصد، ۱۰ تا ۲۰ درصد، ۲۰ تا ۳۰ درصد، ۳۰ تا ۴۰ درصد، ۴۰ تا ۵۰ درصد و بیشتر از ۵۰ درصد. نمونه‌برداری در پنج مرحله نمودی، از ۶ برگی تا قبل از برداشت انجام شد. صفات مورد بررسی شامل تراکم و زیست‌توده خشک علف‌های هرز و زیست‌توده خشک عدس در طول فصل رشد و پایان آن، همچنین تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و وزن هزار دانه عدس در پایان فصل رشد بودند. برای شناسایی حساس‌ترین مراحل رشدی عدس به حضور علف‌های هرز از رگرسیون گام به گام استفاده گردید. همچنین توزیع پراکنش علف‌های هرز و عدس و همچنین همبستگی مکانی آنها با استفاده از نرم‌افزار ArcMap مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: بیشترین تأثیر علف‌های هرز در دو مرحله نمونه‌برداری اول (۲۵ روز پس از سبز شدن و همزمان با استقرار گیاه) و چهارم (۶۰ روز پس از سبز شدن و همزمان با غلاف‌بندی و پر شدند دانه) مشاهده شد. به ازای هر یک گرم در متر مربع وزن خشک علف‌های هرز در مرحله اول نمونه‌برداری، ۰/۵۰ گرم وزن دانه و ۱/۶۱ گرم زیست‌توده خشک عدس در متر مربع کاهش یافت. در مرحله چهارم نمونه‌برداری، به ازای هر گرم در متر مربع زیست‌توده خشک علف‌های هرز ۰/۱۰ گرم وزن دانه و ۰/۴۲ گرم وزن زیست‌توده خشک عدس در مترمربع کاهش نشان داد. میزان همبستگی مکانی زیست‌توده خشک علف‌های هرز با تعداد غلاف، وزن غلاف، تعداد دانه، وزن دانه و زیست‌توده خشک عدس در مرحله اول نمونه‌برداری به ترتیب $74/6$ ، $73/3$ ، $72/4$ ، $73/5$ و $74/5$ درصد بود. در مرحله چهارم نمونه‌برداری همبستگی مکانی زیست‌توده خشک علف‌های هرز با صفات ذکر شده به ترتیب $71/9$ ، $71/0$ ، $75/3$ ، $73/3$ و $71/0$ درصد بود. این نشان‌دهنده رقابت شدید و اثرات نامطلوب علف‌های هرز بر صفات عدس در این دو مرحله از فصل رشد می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اهمیت مدیریت مؤثر علف‌های هرز در مراحل حساس رشد عدس است. شناسایی حساس‌ترین مراحل رویشی نسبت به حضور و استفاده از نقشه‌برداری فضایی برای اعمال استراتژی‌های مدیریتی مبتنی بر مکان در مدیریت دقیق می‌تواند به افزایش عملکرد محصول منجر شود. بنابراین، اتخاذ استراتژی‌های مدیریتی در زمان مناسب و مبتنی بر مکان برای شناسایی مناطقی پر تراکم و در معرض خطر در کنترل علف‌های هرز ضروری بوده و می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا تصمیمات بهتری برای کنترل علف‌های هرز اتخاذ کنند.

استناد: افندیده، ناهید؛ باقری، علیرضا؛ مندنی، فرزاد؛ چقازردی، حمیدرضا. (۱۴۰۴). تحلیل پویایی مکانی علف‌های هرز و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس (*Lens culinaris*) در طول فصل رشد. مجله تولید گیاهان زراعی، ۱۸ (۲)، ۱۵۴-۱۳۷.



© نویسندگان.

DOI: [10.22069/ejcp.2025.23612.2684](https://doi.org/10.22069/ejcp.2025.23612.2684)

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Med.) از تیره Fabaceae، جزء حبوبات مهم و غنی از پروتئین (۲۰ تا ۳۰ درصد)، مواد پروبیوتیک، کربوهیدرات، اسیدهای چرب ضروری و حاوی طیف وسیعی از ریزمغذی‌ها می‌باشد که در بهبود حاصلخیزی خاک نیز نقش مهمی را ایفا می‌کند (۱، ۲ و ۳). از عوامل محدودکننده تولید عدس حضور علف‌های هرز است که می‌تواند بر سرعت رشد اولیه، ارتفاع بوته و بسته شدن تاج پوشش تأثیر منفی بگذارد. یک مطالعه نشان داد که افزایش تراکم علف‌های هرز منجر به کاهش زیست‌توده اندام هوایی و ریشه در عدس می‌شود که به طور مستقیم با توانایی گیاهان برای استقرار در اوایل فصل رشد ارتباط دارد (۴). مطالعه‌ای نشان داد که عدس‌هایی که در شرایط تراکم بالای علف‌های هرز رشد می‌کنند در مقایسه با شاهد به طور قابل توجهی کوتاه‌تر هستند. کاهش ارتفاع را می‌توان به اثر سایه‌اندازی علف‌های هرز نسبت داد که دسترسی نور را برای فتوسنتز محدود می‌کند. در نتیجه، این منجر به تأخیر در بسته شدن تاج پوشش می‌شود (۵). همچنین نشان داده شده است که تراکم بالای علف‌های هرز عملکرد عدس را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد (۶). بنابراین کنترل علف‌های هرز این محصول بزرگ‌ترین چالش در تولید آن محسوب می‌شود (۷).

پویایی مکانی علف‌های هرز به الگوهای توزیع آن‌ها در مزرعه اشاره دارد. با شناخت پویایی مکانی علف‌های هرز و چگونگی پراکنش آن‌ها در سطح مزارع می‌توان جهت کنترل علف‌های هرز عملکرد بهتری داشت (۸). و برای مدیریت بهتر مزارع، شناسایی نحوه توزیع و پراکنش و تراکم علف‌های هرز اهمیت بسزایی دارد (۸، ۹ و ۱۰). درک چگونگی تأثیر علف‌های هرز بر عملکرد در مناطق مختلف یک مزرعه، امکان اعمال دقیق‌تر تیمارهای مدیریتی

کشاورزی را فراهم می‌کند (۱۰). مطالعات نشان داده‌اند که علف‌های هرز اغلب الگوهای توزیع فضایی لکه‌ای را نشان می‌دهند. به عنوان مثال، تحقیقات انجام شده در مزارع ذرت در اسپانیای مرکزی، شش گونه علف‌های هرز اصلی را شناسایی کرد که الگوهای لکه‌ای را در چندین مزرعه مورد مطالعه نشان دادند. شناسایی این لکه‌ها این امکان را می‌دهد تا تلاش‌های مدیریتی روی مناطق خاصی متمرکز کنند که بیشترین حضور را دارند (۱۱).

جهت مدیریت بهتر و متناسب با مکان علف‌های هرز، به اطلاعاتی مانند تراکم، نحوه و میزان پراکنش علف‌های هرز نیاز است (۸ و ۹). تحقیقات نشان داده است که مناطقی با تراکم علف‌های هرز بالاتر اغلب با عملکرد کمتر محصول همبستگی دارند و بر نیاز به اقدامات کنترل موضعی تأکید می‌کنند (۱۲). در یک تحقیق با موضوع اثر پراکنش مکانی علف‌های هرز بر عملکرد عدس، نشان داده شده که افزایش تراکم و تاج پوشش آن‌ها منجر به کاهش قابل توجهی در عملکرد دانه عدس شد، به طوری که با افزایش تراکم علف‌های هرز از صفر تا ۱۰ بوته در متر مربع، عملکرد عدس ۶/۲ گرم در متر مربع کاهش یافت (۱۳). تهیه نقشه‌های علف‌هرز و جمع‌آوری اطلاعات از نحوه پراکنش آن‌ها می‌تواند با افزایش آگاهی از پراکنش مکانی علف‌های هرز و محصول، به مدیریت بهتر در سال‌های بعد کمک کند (۸).

الگوهای فضایی وقوع همزمان علف‌های هرز می‌تواند به طور قابل توجهی از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر متفاوت باشد. این تنوع بر این مطلب تأکید دارد که اتخاذ یک رویکرد مدیریت ثابت برای کنترل علف‌های هرز ممکن است کارایی مد نظر را نداشته باشد. در عوض، استراتژی‌های مبتنی بر مکان لکه‌ها و بهره‌برداری از نقشه‌های توزیع علف‌های هرز می‌تواند به نتایج بهتری منجر شود (۱۱). نقشه‌برداری از توزیع

فضایی علف‌های هرز می‌تواند به شناسایی مناطقی در مزرعه که بیشتر مستعد فشار علف‌های هرز هستند، کمک کند، که به نوبه خود می‌تواند به شیوه‌های مدیریت هدفمند منجر شود. برای مثال، استفاده از روش‌های زمین‌آماری مانند کریجینگ به کشاورزان اجازه می‌دهد تا توزیع مکانی علف‌های هرز و ارتباط آن با عوامل مختلف مانند را در نظر گرفته و تصمیم‌گیری بهتر برای مدیریت محصول را تسهیل کند (۱۴).

با شناخت همبستگی فضایی بین توزیع علف‌های هرز و عملکرد محصول، می‌توانند استراتژی‌های مدیریت علف‌های هرز را برای مکان خاص پیاده سازی کنند. این رویکرد نه تنها استفاده از علف کش را بهینه می‌کند، بلکه اثرات زیست محیطی را به حداقل می‌رساند و سلامت کلی محصول را افزایش می‌دهد. مداخلات هدفمند بر اساس داده‌های مکانی می‌تواند با پرداختن به فشار علف‌های هرز در مناطق پرخطر منجر به بهبود نتایج عملکرد شود (۱۵). اگرچه مطالعات متعددی به بررسی تأثیر علف‌های هرز بر عملکرد عدس پرداخته‌اند، تحقیقات کمتری به تحلیل دقیق حساس‌ترین مراحل رویشی عدس نسبت به حضور علف‌های هرز و همچنین بررسی همزمان پویایی فضایی علف‌های هرز و ارتباط مکانی علف‌های هرز با عملکرد و اجزای عملکرد عدس در طول فصل رشد پرداخته‌اند. این پژوهش با ترکیب این ابعاد، شناخت دقیق زمان‌های حساسیت بیشتر عدس به علف‌های هرز و ارتباط فضایی آن‌ها را هدف قرار داده و پاسخ به این پرسش را مدنظر قرار می‌دهد که چگونه علف‌های هرز در طول فصل رشد و با توزیع مکانی ناهمگون عملکرد و اجزای عملکرد عدس را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در قطعه‌ای از یک مزرعه عدس بهاره واقع در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با مختصات ۴۷ درجه و ۳ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۷۴ متر با بافت خاک سیلتی-رسی انجام شد. اقلیم این منطقه معتدل، با متوسط دمای ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد، میانگین بارندگی سالانه ۴۵۵ میلی‌متر است. در این مزرعه همانند بسیاری از مزارع واقع در غرب کشور از هیچ‌گونه علف‌کش و روشی جهت کنترل علف‌های هرز استفاده نشد. سال قبل از آزمایش مزرعه زیر کشت گندم دیم بوده که به منظور کنترل علف‌های هرز از علف‌کش‌های 2,4-D و کلودینافوپ پروپارژیل استفاده شده بود. پس از آماده‌سازی بستر کشت با استفاده از چیزل پکر و دیسک بهاره، بذور عدس رقم محلی بیل‌سوار (تهیه شده از شرکت تولید و فراوری بذر داودی، زیر نظر سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه)، در تاریخ ۲۵ اسفند با استفاده از ردیف‌کار دیم با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر کشت شد.

نمونه‌برداری: پس از سبز شدن عدس (۱۷ روز پس از کشت) نمونه‌برداری از مزرعه در طول فصل رشد تقریباً هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. قبل از نمونه‌برداری، مزرعه از نظر میزان آلودگی علف‌هرز مورد پایش قرار گرفت. به این ترتیب که طی راهپیمایی در سراسر مزرعه تراکم و پوشش علف‌های هرز نقاط مختلف یادداشت‌برداری شدند. بر این اساس سطوح آلودگی (سطوحی از خاک که توسط علف‌های هرز پوشیده شده‌اند) در قسمت‌های مختلف مزرعه به شش کلاس (کمتر از ۱۰، ۱۰ تا ۲۰، ۲۰ تا ۳۰، ۳۰ تا ۴۰، ۴۰ تا ۵۰ و بیشتر از ۵۰ درصد) طبقه‌بندی شدند. به این ترتیب آلودگی علف‌های هرز در یک طیف شش کلاسه از آلودگی کم تا شدید دسته‌بندی شد. هر کلاس آلودگی به علف‌هرز به‌عنوان

یک تیمار و برای هر تیمار پنج تکرار در نظر گرفته شد. نقاط نمونه‌برداری توسط میخ‌های چوبی (به عنوان نقطه مرکزی) و ثبت به وسیله دستگاه GPS ثبت و جانمایی شدند.

نمونه‌برداری طی پنج مرحله، از مرحله نهمی ۶ برگی تا قبل از برداشت با استفاده از یک کواترات به ابعاد یک در یک متر انجام شد. با توجه به نوع نمونه‌برداری تخریبی، در هر مرحله دایره‌ای به شعاع یک متر در اطراف نقطه مرکزی (میخ چوبی) در نظر گرفته و بر اساس بیشترین شباهت سطح آلودگی علف‌هرز به کلاس آلودگی، یک نقطه انتخاب و نمونه‌برداری انجام شد. به این ترتیب نمونه‌برداری در هر مرحله از ۳۰ نقطه (شش کلاس آلودگی به علف‌هرز با پنج تکرار) انجام شد. نمونه‌برداری در طول فصل رشد شامل؛ مرحله اول؛ ۱۳ و ۱۴ اردیبهشت و ۳۰ روز پس از سبز شدن عدس، مرحله دوم؛ ۲۴ و ۲۵ اردیبهشت و ۴۰ روز پس از سبز شدن عدس، مرحله سوم؛ ۳ و ۴ خردادماه و ۵۰ روز پس از سبز شدن عدس، مرحله چهارم؛ ۱۳ و ۱۴ خردادماه و ۶۰ روز پس از سبز شدن عدس و مرحله پنجم ۲۴ و ۲۵ خردادماه و ۷۰ روز پس از سبز شدن عدس، بودند. در تمامی مراحل نمونه‌برداری، گیاه عدس و علف‌های هرز به تفکیک و به صورت نمونه‌برداری تخریبی از سطح خاک جدا شده به آزمایشگاه منتقل شدند. صفات مورد بررسی شامل تراکم و زیست‌توده (وزن خشک) علف‌های هرز و عدس در طول فصل رشد (طی مراحل مختلف نمونه‌برداری) و همچنین تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و وزن هزار دانه عدس در پایان فصل رشد بودند. جهت اندازه‌گیری تراکم، تعداد بوته‌های عدس و علف‌هرز شمارش شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها ابتدا در پاکت‌های کاغذی در درون آن ۷۰

درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شده و سپس توسط ترازوی دقیق توزین شدند.

تحلیل آماری

در این آزمایش به منظور شناسایی حساس‌ترین مراحل رشدی عدس به حضور و تداخل علف‌های هرز از رگرسیون گام به گام استفاده شد. به این منظور، ابتدا از نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها با استفاده از آزمون کولموکوروف اسمیرنوف اطمینان حاصل شد. همچنین بررسی همبستگی خطی بین متغیرهای مستقل (همخطی) بر اساس آماره‌های VIF و Tolerance انجام شد. آماره VIF بیشتر از ۱ و کمتر از ۱۰ و همچنین آماره Tolerance بیشتر از ۰/۱ بودند. این امر مؤید عدم همبستگی خطی بین متغیرهای مستقل در مدل رگرسیون بود. پس از اطمینان از برآورده شدن پیش‌فرض‌های آزمون رگرسیون، داده‌های مربوطه به وزن خشک علف‌های هرزی که در مراحل مختلف طی فصل رشد ثبت شده بودند، به عنوان متغیر پیشگو و صفات عملکرد و اجزای عملکرد عدس به عنوان متغیر پاسخ وارد مدل شدند. بر این اساس، تأثیر حضور علف‌های هرز در مراحل مختلف فصل رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس مورد بررسی قرار گرفت. مدل رگرسیونی با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ ساخته و تحلیل شد.

تحلیل مکانی: به منظور بررسی پویایی مکانی، نقشه‌های مکانی مربوط به پراکنش زیست‌توده (وزن خشک بوته) و تراکم علف‌های هرز، زیست‌توده عدس در طی فصل رشد (مراحل مختلف نمونه‌برداری) و همچنین وزن دانه، تعداد دانه، وزن غلاف، تعداد غلاف و وزن هزار دانه عدس در پایان فصل رشد با استفاده از نرم افزار ARCMAP 10.2.2 به صورت لایه‌های رستری تولید شدند. نقشه‌های توزیع مکانی با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ، بر اساس مختصات نقاط نمونه‌برداری که با استفاده از دستگاه GPS ثبت شده

نتایج و بحث

تعیین حساس ترین مرحله رویشی عدس به علف‌های هرز: در این مطالعه قبل از بررسی ارتباط مکانی حضور علف‌های هرز و صفات مربوط به عملکرد عدس، ابتدا حساس ترین مراحل رویشی نسبت به علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی اثر علف‌های هرز در طول فصل رشد روی صفات مختلف عدس (تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و زیست توده عدس)، اثر تداخل علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه برداری روی صفات مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مدل‌های رگرسیونی مربوطه، با سطح احتمال ($P \text{ VALUE} \leq 0.01$) معنی دار بوده و قادر به بیان تغییرات صفات مورد مطالعه عدس، تحت تأثیر آلودگی علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه برداری طی فصل رشد بودند (جدول ۱).

بودند، تولید شدند. در این روش برای انتخاب بهترین مدل از بین مدل‌های مختلف، مدلی که کمترین ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) را داشت به عنوان بهترین مدل انتخاب و نقشه‌های رستری بر این اساس تهیه شدند. پس از تهیه نقشه‌ها، به منظور بررسی میزان همبستگی مکانی صفات اندازه‌گیری شده عدس و علف‌های هرز از آمار ناحیه‌ای (ZONAL STATISTICS) و دستور BAND COLLECTION STATISTICS در ARCMAP 10.2.2 استفاده شد. آمار ناحیه‌ای یک روش تحلیلی است که برای تحلیل داده‌های مکانی استفاده می‌شود و به محقق این امکان را می‌دهد که اطلاعات آماری را از مجموعه‌های داده رستری استخراج کنند. در این روش محاسبه آماره‌های مختلف (مانند میانگین، مجموع، حداکثر، حداقل) برای هر ناحیه انجام و همبستگی مکانی و روابط بین متغیرهای چندین لایه رستری در سراسر گستره مطالعه، مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد (۱۶).

جدول ۱- تجزیه واریانس مدل رگرسیونی مربوط به اثر علف‌های هرز در مراحل رشدی مختلف بر صفات مورد مطالعه عدس
Table 1- Analysis of variance for the regression model assessing the influence of weeds at different sampling stages on the characteristics evaluated in lentils

Variable متغیر	Model مدل	df درجه آزادی	Mean of square میانگین مربعات	F	Sig.
Pod Number تعداد غلاف	Regression	2	402038.46	11.526	0.000
	Residual	27	34882.12		
	Total	29			
Pod weight وزن غلاف	Regression	2	121.77	13.60	0.000
	Residual	27	8.95		
	Total	29			
Seed number تعداد دانه	Regression	2	404710.56	10.11	0.001
	Residual	27	40012.54		
	Total	29			
Seed weight وزن دانه	Regression	2	1026.26	11.19	0.000
	Residual	27	91.64		
	Total	29			
Lentil biomass زیست توده عدس	Regression	2	12590.42	11.02	0.000
	Residual	27	1141.60		
	Total	29			

چهارم (۶۰ روز پس از سبز شدن و همزمان با غلاف‌بندی و پر شدند دانه) دارای اثر معنی‌داری بر صفات مختلف مورد مطالعه عدس بوده و به ازای هر

نتایج مربوط به رگرسیون گام به گام، نشان داد که حضور علف‌های هرز در مراحل نمونه‌برداری اول (۲۵ روز پس از سبز شدن همزمان با استقرار گیاه) و

یک گرم در متر مربع وزن خشک علف‌های هرز، $0/50$ گرم وزن دانه و $1/61$ گرم زیست‌توده خشک عدس در متر مربع کاهش نشان دادند (جدول ۲). معنی‌دار شدن اثر علف‌های هرز در مرحله اول نمونه‌برداری نشان می‌دهد که علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد گیاه دارای اثر منفی معنی‌دار بر صفات مورد مطالعه عدس بودند. نتایج مربوط به همبستگی فضایی و رابطه نقطه به نقطه صفات مورد مطالعه عدس با وزن خشک علف‌های هرز در سطح مزرعه نیز بر صحت نتایج حاصل از رگرسیون گام به گام تأکید داشت. در مرحله اول نمونه‌برداری تعداد غلاف، وزن غلاف، تعداد دانه، وزن دانه و زیست‌توده خشک عدس به ترتیب دارای همبستگی $-74/6$ ، $-73/3$ ، $-72/4$ ، $-73/5$ و $-74/5$ درصد بود. در مرحله چهارم نمونه‌برداری همبستگی زیست‌توده خشک علف‌های هرز با صفات ذکر شده به ترتیب دارای $-75/3$ ، $-78/0$ ، $-71/9$ ، $-73/3$ و $-71/0$ درصد بود. بیشترین همبستگی فضایی بین صفات مورد مطالعه عدس و وزن خشک علف‌های هرز در مراحل اول و چهارم نمونه‌برداری مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مربوط به بررسی همبستگی داده‌های مکانی و مختصات-دار خصوصیات عدس و وزن خشک علف‌های هرز در مزرعه با نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون که مکان داده‌ها را لحاظ نمی‌کند، تطابق داشت. در حقیقت آنالیز رگرسیون وجود رابطه بین علف‌های هرز و صفات عدس را نشان می‌دهد و بررسی همبستگی فضایی بین این صفات، محل و مکان این تداخلات را در مزرعه نشان می‌دهد.

مرحله اول نمونه‌برداری مصادف با مراحل اولیه رشد و استقرار عدس در مزرعه بود. عدس در مراحل اولیه رشد در توان رقابتی اندک و سرعت رشد کند داشته که حضور علف‌های هرز در این مرحله باعث کاهش عملکرد و کنترل آنها در این مرحله امری

ضروری است (۱۷ و ۱۸). تحقیقات نشان می‌دهد که عدم کنترل علف‌های هرز در هفته‌های اولیه پس از کاشت می‌تواند به دلیل رقابت بر سر منابع، عملکرد عدس را تا 50 درصد کاهش دهد (۱۹). در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که رقابت علف‌های هرز منجر به کاهش سطح برگ و محتوای کلروفیل و در نتیجه کاهش ظرفیت فتوسنتزی و عملکرد در عدس شد (۲۰). توانایی علف‌های هرز برای رشد سریع در اوایل فصل این موضوع را تشدید می‌کند، زیرا آنها می‌توانند قبل از اینکه عدس فرصتی برای رشد پیدا کند، روی آن تسلط پیدا کنند. از اینرو است که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز در عدس از همان مراحل اولیه فصل رشد آغاز می‌شود (۲۱).

مرحله چهارم نمونه‌برداری نیز همزمان با مرحله غلاف‌دهی و پرشدن دانه گیاه عدس انجام شد که جزء مراحل حساس نسبت به علف‌های هرز محسوب می‌شود. در این مرحله به ازای هر گرم در متر مربع زیست‌توده خشک علف‌های هرز $0/10$ گرم وزن دانه و $0/42$ گرم وزن زیست‌توده خشک عدس در متر مربع کاهش نشان داد. زمان غلاف‌دهی و پرشدن دانه در گیاهان تحت تأثیر قدرت رقابت گیاه، وضعیت عناصر غذایی، میزان تقاضای مخزن برای شیر پرورده و دمای هوا قرار دارد (۲۲). کنترل علف‌های هرز در مرحله پر شدن بذر برای تعیین عملکرد نهایی حیاتی است. در این دوره، عدس در حال رشد دانه‌های خود است و هر گونه رقابت با علف‌های هرز می‌تواند به شدت بر اندازه دانه و پتانسیل عملکرد کلی تأثیر بگذارد. وجود علف‌های هرز در این مرحله می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه در وزن و تعداد دانه در بوته شود و به طور معنی‌داری عملکرد را کاهش دهد (۱۸). تحقیقات نشان می‌دهد که تراکم بالای علف‌های هرز در این دوره می‌تواند تعداد و اندازه غلاف را به شدت محدود کند. حضور علف‌های هرز در مرحله پر شدن

دانه‌ها در نخود می‌تواند خساراتی معادل خسارات ناشی از حضور علف‌های هرز در اوایل فصل رشد را به همراه داشته باشد (۲۳). مطالعه طاهر آبادی و همکاران (۲۰۱۷) در تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز عدس در کرمانشاه گزارش شد که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز عدس رقم محلی، تا ۶۵ روز پس از سبز شدن ادامه پیدا کرد. نشان داده شده است که در ماش سیاه، حفظ شرایط عاری از علف‌های هرز در مراحل اولیه رشد و پر شدن دانه، بهره‌وری را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد (۲۴). کنترل موثر علف‌های هرز در این دوره‌های بحرانی توصیه شده است (۲۵).

جدول ۲- اثر علف‌های هرز در مراحل مختلف رشدی بر صفات مورد مطالعه عدس با استفاده از رگرسیون گام به گام

Table 2: Impact of weeds at various sampling stages on lentil traits analyzed through stepwise regression

Variable متغیر	Model مدل	Coefficient ضریب	Standard Error خطای معیار	Beta Coefficient ضریب بتا	Tolerance ضریب تحمل	VIF ضریب تورم واریانس	Sig. سطح معنی داری
Pod Number تعداد غلاف	Constant	665.94	79.69	—	—	—	0.000
	1 st sampling stage	-9.87	3.38	-0.45	0.83	1.20	0.007
	4 th sampling stage	-2.11	0.93	-0.35	0.83	1.20	0.032
Pod weight وزن غلاف	Constant	11.16	1.27	—	—	—	0.000
	1 st sampling stage	-0.15	0.54	-0.43	0.83	1.20	0.007
	4 th sampling stage	-0.041	0.15	-0.40	0.83	1.20	0.011
Seed number تعداد دانه	Constant	672.38	85.35	—	—	—	0.000
	1 st sampling stage	-10.13	3.63	-0.44	0.83	1.20	0.009
	4 th sampling stage	-2.05	1.00	-0.32	0.83	1.20	0.050
Seed weight وزن دانه	Constant	33.24	4.08	—	—	—	0.000
	1 st sampling stage	-0.508	0.174	-0.45	0.83	1.20	0.008
	4 th sampling stage	-0.10	0.0480	-0.34	0.83	1.20	0.036
Lentil biomass زیست توده عدس	Constant	147.425	14.675	—	—	—	0.000
	1 st sampling stage	-1.611	0.610	-0.413	0.51	1.95	0.027
	4 th sampling stage	-0.423	0.170	-0.388	0.3	3.27	0.040

رستری، مانند پوشش زمین و رطوبت خاک، محققان می‌توانند خروجی‌های آماری را در نواحی مختلف مقایسه کنند. این تحلیل مقایسه‌ای به شناسایی همبستگی‌های بالقوه کمک می‌کند؛ به عنوان مثال، میانگین بالای رطوبت خاک در یک ناحیه خاص ممکن است نشان‌دهنده رابطه‌ای با انواع خاصی از

نتایج این مطالعه مطابقت نتایج تجزیه رگرسیون و همبستگی فضایی حاصل از آمار ناحیه‌ای (Zonal Statistics) را نشان داد. اندازه‌گیری همبستگی مکانی با استفاده از آمار ناحیه‌ای شامل بررسی روابط بین متغیرهای مختلف در سراسر فضا است. با محاسبه آمار ناحیه‌ای برای چندین لایه

پوشش زمین باشد. علاوه بر این، می‌توان ضرایب همبستگی را محاسبه کرد تا قدرت و جهت این روابط را کمی‌سازی کند و درک دینامیک‌های فضایی را بیشتر کند (۲۶). این روش شامل محاسبه آماره‌های مختلف (مانند میانگین، مجموع، حداکثر، حداقل) برای هر ناحیه است. با اعمال این محاسبات بر روی داده‌های رستری مربوطه، آمار ناحیه‌ای بینش‌هایی درباره ویژگی‌های مناطق مختلف در منطقه مطالعه را فراهم می‌کند (۱۶).

جدول ۳- همبستگی فضایی صفات مورد مطالعه عدس با وزن خشک علف‌های هرز در پنج مرحله نمونه‌برداری با استفاده از آمار ناحیه‌ای

Table 3. The spatial correlation of the studied traits of lentils with the weeds dry weight at five sampling stages using zonal statistics

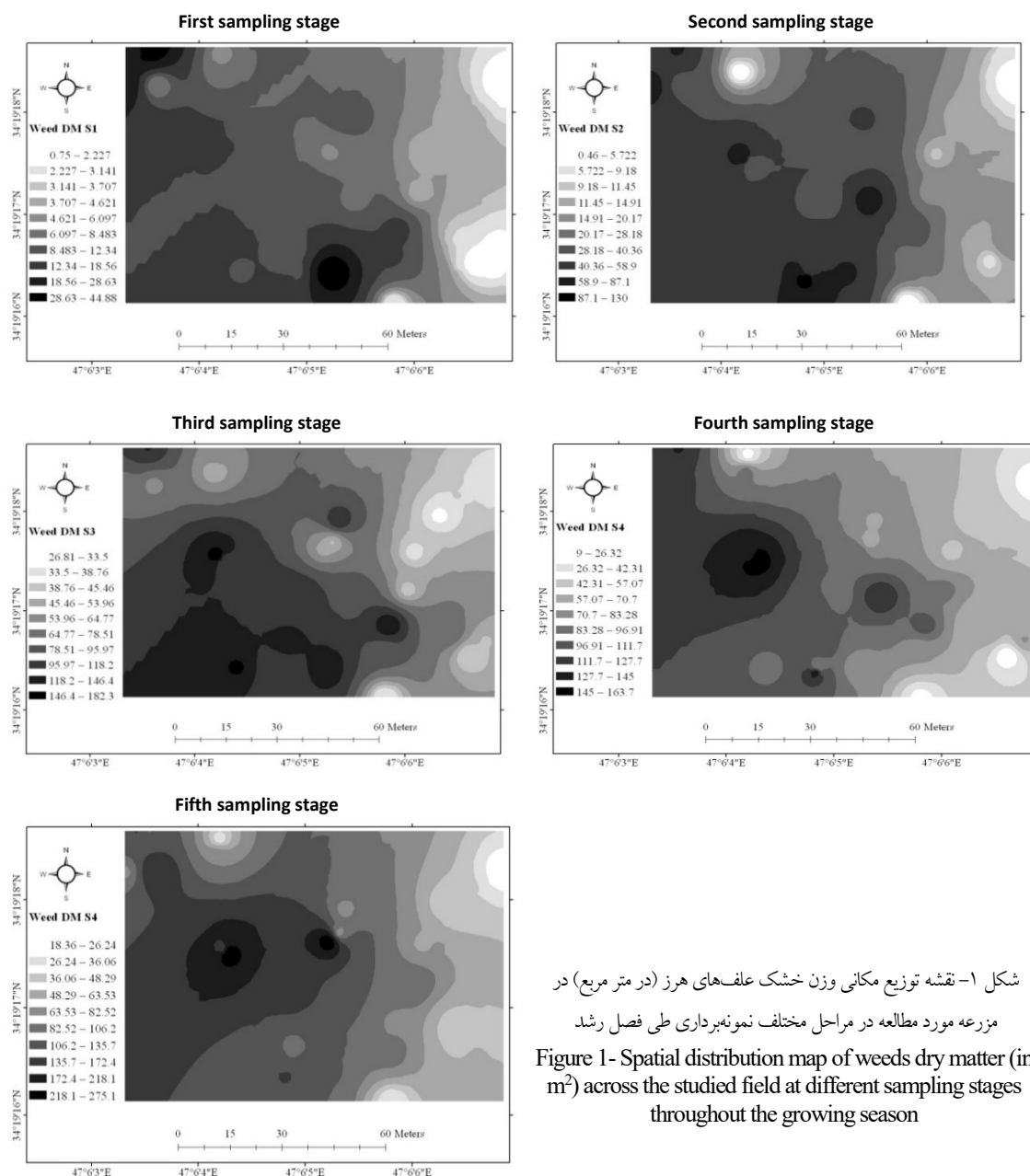
Studied trait صفت مورد مطالعه	Weed DM-S1 وزن خشک علف های هرز-مرحله ۱ نمونه برداری	Weed DM-S2 وزن خشک علف های هرز-مرحله ۲ نمونه برداری	Weed DM-S3 وزن خشک علف های هرز-مرحله ۳ نمونه برداری	Weed DM-S4 وزن خشک علف های هرز-مرحله ۴ نمونه برداری	Weed DM-S5 وزن خشک علف های هرز-مرحله ۵ نمونه برداری
Pod Number- تعداد غلاف	-0.746	-0.720	-0.707	-0.753	-0.658
Pod weight- وزن غلاف	-0.733	-0.720	-0.707	-0.780	-0.704
Seed number- تعداد دانه	-0.724	-0.679	-0.662	-0.719	-0.621
Seed weight- وزن دانه	-0.735	-0.703	-0.674	-0.733	-0.636
Lentil biomass زیست‌توده عدس	-0.745	-0.648	-0.612	-0.710	-0.599

بررسی پویایی فضایی علف‌های هرز و عدس در مزرعه:

با توجه به معنی‌دار بودن مدل‌های رگرسیونی اثر علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس در این مطالعه، نقشه توزیع مکانی خصوصیات مربوط به عدس و علف‌های هرز تولید و رابطه مکانی آنها مورد بررسی قرار گرفت. جهت مدیریت بهتر علف‌های هرز به شناخت الگوهای توزیع و پویایی جمعیت‌های علف‌هرز نیاز است (۲۷). با استفاده از الگوهای پراکنش علف‌های هرز، می‌توان نقاط پرتراکم که خسارت علف‌های هرز بالاست را شناسایی و مدیریت کرد (۲۸).

بررسی نقشه‌های وزن خشک علف‌های هرز (شکل ۱) در مرحله اول نمونه‌برداری نشان داد که وزن خشک علف‌های هرز در نقاط غربی و جنوبی مزرعه بیشتر از دیگر نقاط مزرعه است؛ اما مشاهده

می‌شود در نقاط شرقی مزرعه وزن خشک علف‌های هرز بسیار پایین‌تر از دیگر نقاط است. غیریکنواختی پراکنش علف‌های هرز، می‌تواند به دلیل پراکنش لکه‌ای بانک بذر علف‌های هرز و حاصلخیزی متفاوت خاک در بخش‌های مختلف مزرعه باشد، همچنین از دیگر دلایل بالا بودن وزن خشک در بخش جنوبی مزرعه می‌توان به آبیاری متناوب مزرعه سیب‌زمینی هم‌مرز سمت جنوبی مزرعه عدس اشاره کرد. توجه به نقشه وزن خشک علف‌های هرز در مرحله دوم و سوم نمونه‌برداری نشان می‌دهد که لکه‌های پرتراکم علف‌های هرز که وزن خشک بالایی تولید کردند به سمت مرکزی مزرعه نیز گسترش یافته‌اند. طی مرحله چهارم نمونه‌برداری، ناحیه مرکزی و غربی، و در مرحله پنجم نیز هسته‌های قوی به سمت مرکز و جنوب غربی پیش رفته‌اند.



شکل ۱- نقشه توزیع مکانی وزن خشک علف‌های هرز (در متر مربع) در مزرعه مورد مطالعه در مراحل نمونه‌برداری طی فصل رشد

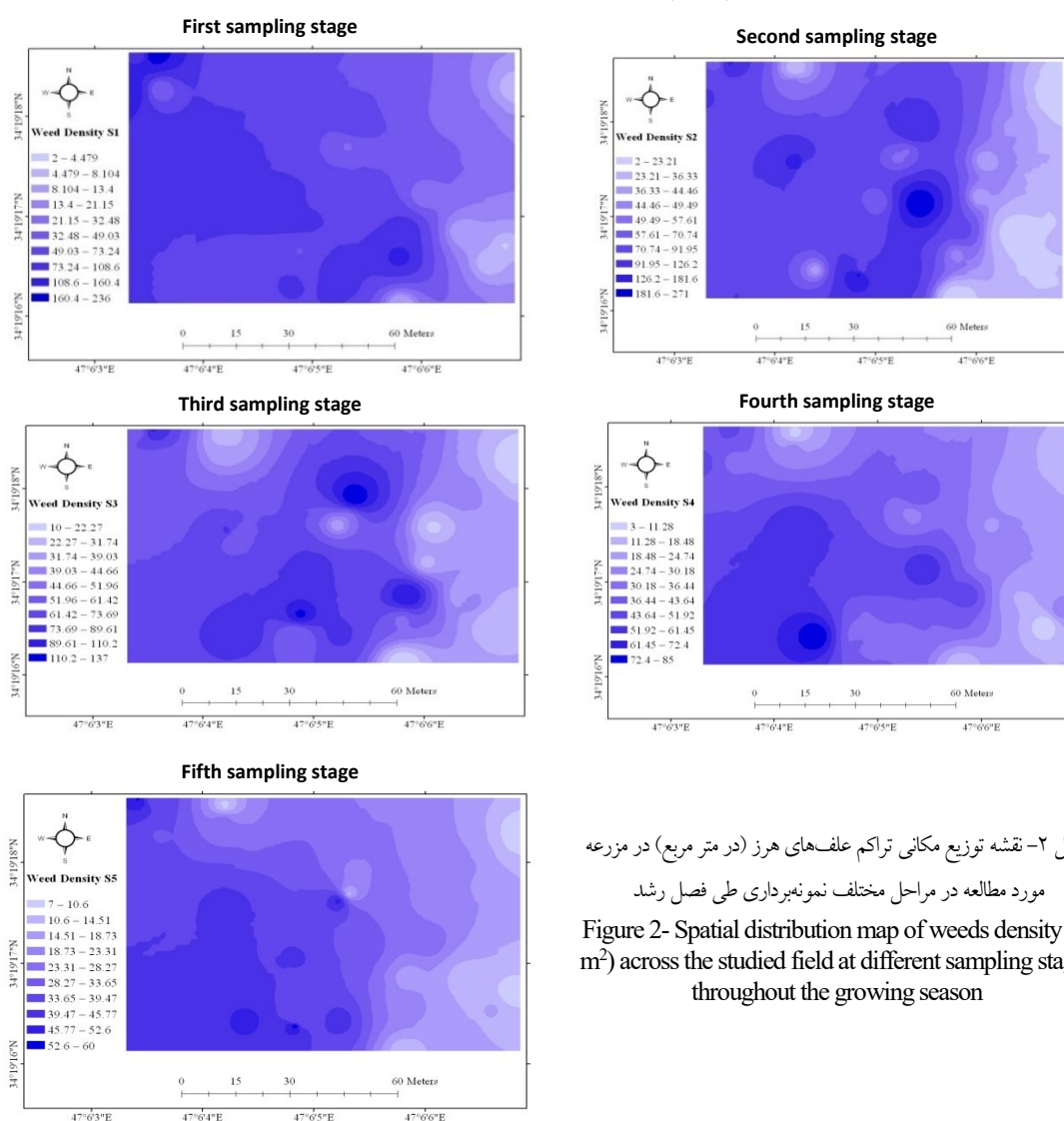
Figure 1- Spatial distribution map of weeds dry matter (in m^2) across the studied field at different sampling stages throughout the growing season

علف‌های هرز مختلف در مراحل نمونه‌برداری است. به‌عنوان مثال علف‌هرز شیرپنیر (*Galium aparine* L.) با وجود تراکم بالا کانوپی کوچک‌تری نسبت به برخی گونه‌ها مانند گاوجاق‌کن (*Lactuca serriola* L.) ایجاد می‌کند، در نتیجه، علی‌رغم تراکم بالاتر، وزن خشک کمتری نیز خواهد داشت. به‌عنوان مثال علف‌هرز شیرپنیر با وجود تراکم بالا کانوپی کوچک‌تری نسبت به برخی گونه‌ها مانند گاوجاق‌کن

توجه به نقشه‌های تراکم علف‌های هرز (شکل ۲) طی مراحل مختلف نمونه‌برداری تراکم علف‌های هرز در مراحل پنج‌گانه نمونه‌برداری توزیع علف‌های هرز را از مرکز به سمت غرب و جنوب غربی نشان می‌دهد. با بررسی نقشه‌های علف‌هرز، انطباق نقشه‌های تراکم و وزن خشک علف‌های هرز تا حدود زیادی مشاهده می‌شود. از دلایل عدم انطباق در برخی نواحی مزرعه، اندازه متفاوت کانوپی گونه‌های

ایجاد می‌کند، در نتیجه، علی‌رغم تراکم بالاتر، وزن خشک کمتری نیز خواهد داشت. بر اساس نتایج به دست آمده در مراحل اول نمونه‌برداری شیرپنیر بالاترین تراکم را به خود اختصاص داده بود، اما هر چه به پایان فصل رشد عدس نزدیک شدیم از تراکم شیرپنیر کاسته شد. از دلایل این امر کوتاه‌تر بودن فصل رشد شیرپنیر نسبت به عدس می‌باشد. لازم به ذکر است که پرتراکم‌ترین گونه‌های علف‌هرز در مرحله اول به ترتیب، شیرپنیر، پیچک

جودره، پیچک، هفت‌بند (*Polygonum sp.*) و شیرپنیر بودند که در مجموع ۸۴ درصد از کل گونه‌های علف‌هرز را به خود اختصاص دادند.



شکل ۲- نقشه توزیع مکانی تراکم علف‌های هرز (در متر مربع) در مزرعه

مورد مطالعه در مراحل مختلف نمونه‌برداری طی فصل رشد

Figure 2- Spatial distribution map of weeds density (in m^2) across the studied field at different sampling stages throughout the growing season

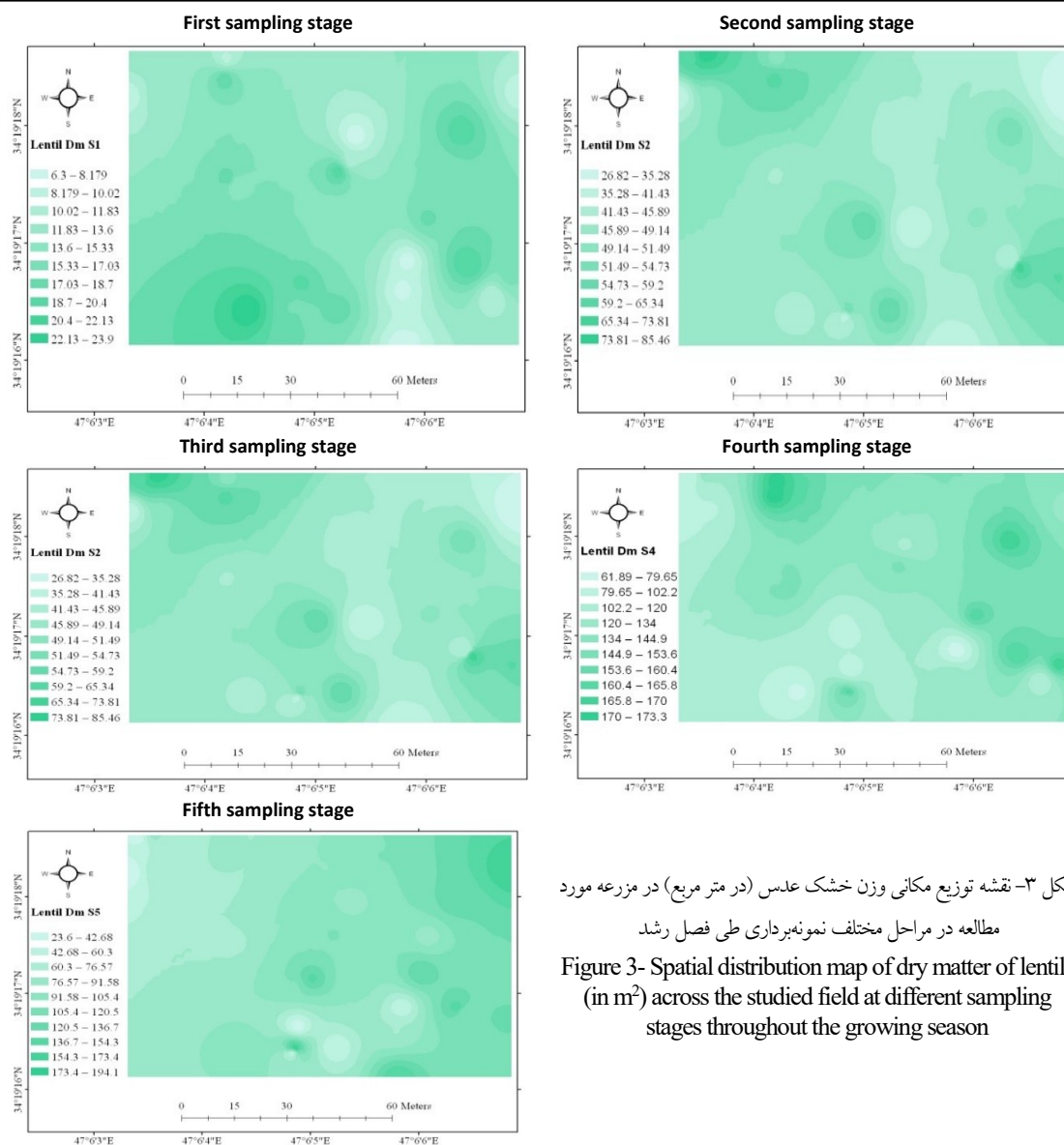
لکه‌ای را نشان می‌دهند، که در آن نواحی خاصی دارای تراکم بالایی از علف‌های هرز هستند در حالی

علف‌های هرز به‌طور یکنواخت در مزارع کشاورزی توزیع نمی‌یابند. در عوض، آنها اغلب پراکنش‌های

که برخی نواحی دیگر دارای علف‌های هرز کمی هستند، و یا اصلاً وجود ندارند. عوامل گوناگونی مانند ناهمگونی بافت، مواد آلی و عناصر غذایی خاک، توپوگرافی مزرعه، بر نحوه پراکنش علف‌های هرز و لکه‌ای بودن آنها و عملکرد غیریکنواخت محصول تأثیر می‌گذارند (۲۹ و ۳۰). مطالعات نشان داده‌اند که ویژگی‌های خاک مانند بافت، در دسترس بودن مواد مغذی و سطوح رطوبت می‌تواند محیط‌های کوچکی را ایجاد کند که به نفع گونه‌های خاص علف‌های هرز باشد. در نتیجه، آرایش فضایی علف‌های هرز تحت تأثیر این عوامل ادا فیک قرار می‌گیرد که منجر به تغییر تراکم علف‌های هرز در مزارع می‌شود (۳۱).

بررسی نقشه‌های پراکنش زیست‌توده عدس طی فصل رشد نشان داد که در مراحل اول نمونه‌برداری، وزن خشک عدس در بخش‌های جنوبی و شرقی مزرعه بیشتر از دیگر نقاط مزرعه است. در مراحل دوم و سوم نمونه‌برداری لکه‌های پرتراکم وزن خشک عدس به بخش‌های شمالی، مرکزی و شرقی مزرعه گسترش یافته‌اند. با افزایش رقابت علف‌های هرز در بخش‌های غربی و جنوبی مزرعه، لکه‌های وزن خشک عدس در این بخش‌ها کمتر شد. در مراحل چهارم و پنجم بیشترین وزن خشک عدس به سمت بخش‌های شرقی مزرعه که وزن خشک علف‌های هرز نسبت به دیگر بخش‌ها پایین‌تر است، گسترش یافت. تطابق نقشه‌های وزن خشک علف‌های هرز و عدس طی مراحل نمونه‌برداری یک ارتباط مکانی منفی را بین وزن خشک علف‌های هرز و عدس نشان می‌دهد، به‌طوری‌که در اغلب مناطق با وزن خشک بالای علف‌های هرز، وزن خشک عدس کمتر وجود داشت (شکل‌های ۱ و ۳). رابطه بین توزیع علف‌های هرز و عملکرد محصول پیچیده است. علف‌های هرز عمدتاً از

طریق رقابت، عملکرد محصول را کاهش می‌دهند، که این اثر با نزدیکی فضایی علف‌های هرز و گیاه زراعی افزایش می‌یابد. طبق مطالعه زرگریان و همکاران (۲۰۲۰) در نواحی با تراکم، درصد تاج پوشش و وزن خشک بالای علف‌های هرز تأثیر کاهشی قابل‌توجهی بر عملکرد عدس مشاهده شد. بر اساس نتایج آنها، ارتباط مکانی منفی بین تراکم، درصد تاج پوشش و وزن خشک علف‌های هرز با درصد تاج پوشش و عملکرد عدس وجود داشت (۱۳). به دنبال توزیع لکه‌ای جمعیت و زیست‌توده علف‌های هرز، رشد و عملکرد گیاه زراعی نیز به شکل غیریکنواخت و لکه‌ای در سطوح مزارع مشاهده می‌شود، درواقع در نقاط با تراکم بالای علف‌های هرز، رقابت بر سر منابع محدود با گیاه زراعی افزایش یافته در نتیجه محصول عملکرد مناسبی نخواهد داشت (۲۹). توجه به توزیع مکانی علف‌های هرز در مزرعه و بررسی اثرات آن روی رشد محصول می‌تواند با افزایش آگاهی فضایی منجر به اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب در کنترل علف‌های هرز شود. نقشه‌های فضایی توزیع علف‌های هرز در مزرعه بینش ارزشمندی را در مورد مکان‌هایی که علف‌های هرز بیشتر متمرکز شده‌اند و نحوه تعامل آنها با عملکرد محصول ارائه می‌دهند. با درک پویایی فضایی علف‌های هرز و به کارگیری تکنیک‌های نقشه‌برداری، کشاورزان می‌توانند با مداخلات هدفمند مدیریتی، عملکرد محصول را بهبود بخشند و در عین حال استفاده از نهاده‌ها را به حداقل برسانند. همانطور که تکنولوژی به تکامل خود ادامه می‌دهد، ادغام نقشه‌برداری دقیق در شیوه‌های مدیریت متناسب با مکان می‌تواند نقشی اساسی در کاهش پیامدهای زیست محیطی مدیریت علف‌های هرز به دنبال داشته باشد (۳۲).



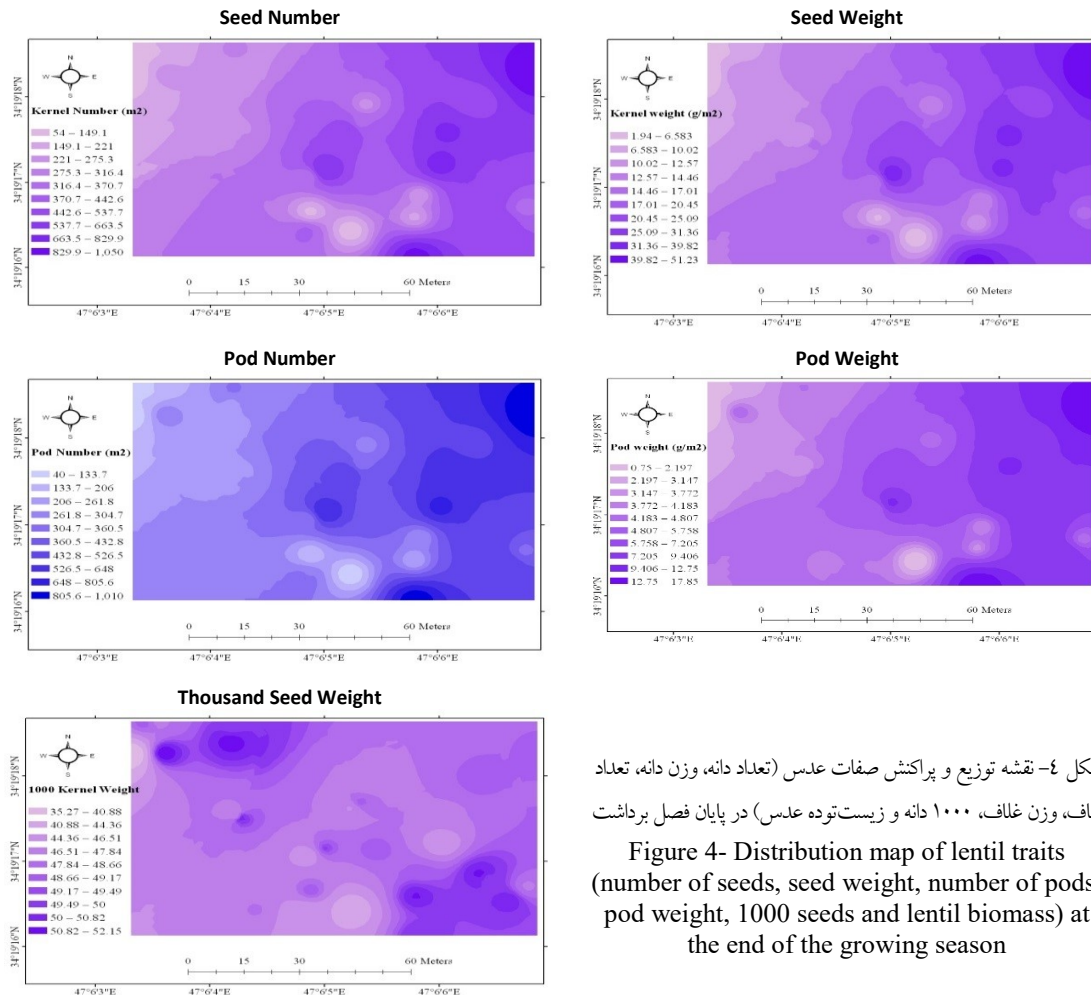
شکل ۳- نقشه توزیع مکانی وزن خشک عدس (در متر مربع) در مزرعه مورد مطالعه در مراحل مختلف نمونه‌برداری طی فصل رشد
Figure 3- Spatial distribution map of dry matter of lentils (in m²) across the studied field at different sampling stages throughout the growing season

بر مناطق با مقدار کمتر صفات ذکر شده عدس بود (شکل‌های ۱ و ۴). همانطور که قبلاً ذکر شد دلایلی مانند استقرار کند و ناتوانی عدس در مراحل اولیه رشد و توانایی پایین این محصول در رقابت با علف‌های هرز باعث می‌شود که کنترل علف‌های هرز در افزایش عملکرد اثرگذار باشد (۱۷). از سوی دیگر مرحله چهارم نمونه‌برداری همزمان با غلاف دهی و پرشدن دانه گیاه زراعی همراه بوده که جزو حساس‌ترین مراحل رشد گیاه عدس نسبت به رقابت با علف‌های هرز محسوب می‌شود (۲۴). نتایج مطالعه فدراک و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که یک رابطه منفی بین زیست‌توده

ارتباط مکانی وزن خشک علف‌های هرز با عملکرد و اجزای عملکرد عدس در مراحل اول و چهارم نمونه‌برداری: طبق نتایج مربوط به مدل‌های رگرسیونی گام‌به‌گام حضور علف‌های هرز در مرحله اول (۲۵ روز پس از سبز شدن) و مرحله چهارم (۶۰ روز پس از سبز شدن) نمونه‌برداری، دارای اثر معنی‌دار بر صفات مورد مطالعه عدس (تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف، وزن ۱۰۰۰ دانه، زیست‌توده عدس) بود (جدول ۲)، نقشه توزیع مکانی صفات عدس نیز نشان می‌دهد اکثر مناطق با وزن خشک بالای علف‌هرز طی مراحل اول و چهارم نمونه‌برداری، منطبق

کانوپی گسترده تر ممکن است پس از طی شدن دوره بحرانی نیز منجر به کاهش محصول شود. طبق نتایج رگرسیون مرحله چهارم نمونه برداری بر صفت وزن هزار دانه اثر معنی داری نداشت، توجه به نقشه توزیع وزن هزار دانه نیز کاملاً با نتایج به دست آمده انطباق دارد.

علف‌های هرز و عملکرد عدس وجود داشت، به طوریکه با کاهش زیست توده علف‌های هرز عملکرد عدس افزایش یافت (۱۸). این موضوع نشان می‌دهد که در محصولی مانند عدس که در طول فصل رشد کانوپی مناسبی در رقابت با علف‌های هرز تشکیل نمی‌دهند، حضور علف‌های هرز با



شکل ۴- نقشه توزیع و پراکنش صفات عدس (تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف، ۱۰۰۰ دانه و زیست توده عدس) در پایان فصل برداشت

Figure 4- Distribution map of lentil traits (number of seeds, seed weight, number of pods, pod weight, 1000 seeds and lentil biomass) at the end of the growing season

همبستگی فضایی آن‌ها همراه با نتایج آمار کلاسیک بررسی شود. نتایج رگرسیون نشان داد تأثیر علف‌های هرز بر صفات عدس با الگوی پراکنش مکانی و اثرات فضایی آن‌ها مطابقت دارد و بیشترین همبستگی منفی بین وزن خشک علف‌های هرز و صفات عدس در دو مرحله حساس رشد، یعنی ۲۵ روز پس از سبز شدن (مرحله استقرار) و ۶۰ روز پس از سبز شدن (مرحله غلاف‌بندی و پر شدن دانه) بود. این امر نمایانگر

نتیجه‌گیری کلی

در آمار کلاسیک، مانند تجزیه واریانس و رگرسیون، معمولاً تنها تأثیر عوامل مختلف مانند علف‌های هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زراعی بررسی می‌شود و اطلاعاتی درباره الگوی مکانی تغییرات صفات گیاه و علف‌های هرز در مزرعه در دسترس نیست. از این رو، در این مطالعه تلاش شد توزیع مکانی علف‌های هرز و صفات عدس و

دقیق نواحی نیازمند مدیریت هدفمند در زمان و مکان مناسب را فراهم می‌آورد، که این امر به کاهش مصرف علفکش‌ها، کاهش سوخت و کاهش آثار منفی تردد ماشین‌آلات کشاورزی مانند فشردگی خاک کمک می‌کند. نتایج این پژوهش بر اهمیت کنترل هدفمند و مکان‌محور علف‌های هرز در زمان‌های حساس رشد عدس تأکید دارد و نشان می‌دهد که بهره‌گیری از چنین مدیریت هوشمندانه‌ای می‌تواند به کاهش مصرف علفکش‌ها، کاهش هزینه‌ها و حفظ عملکرد بهینه محصول منجر شود

رقابت شدید و اثرات مخرب علف‌های هرز به صورت لکه‌ای در سطح مزرعه و در زمان‌های خاص بود. این یافته‌ها تعیین زمان بهینه کنترل علف‌های هرز را در طول فصل رشد گوشزد کرده و اهمیت مدیریت مکان‌محور را در مدیریت علف‌های هرز و حفظ عملکرد عدس برجسته کرده و بر اعمال روش‌های مدیریتی در زمان و مکان مناسب تأکید دارد. غفلت از توزیع ناهمگن علف‌های هرز می‌تواند به خطا در پیش‌بینی کاهش عملکرد و اتخاذ تصمیمات نادرست منجر شود. آگاهی از ناهمگونی فضایی و زمانی علف‌های هرز و عملکرد محصول، امکان شناسایی

References

1. Bhatti, R. (1988). Composition and quality of lentil (*Lens culinaris* Medik): a review. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 21(2), 144-160.
2. Johnson, C.R., Combs Jr, G.F. & Thavarajah, P. (2013). Lentil (*Lens culinaris* L.): A prebiotic-rich whole food legume. *Food Research International*, 51(1), 107-113.
3. Thavarajah, P., Wejesuriya, A., Rutzke, M., Glahn, R.P., Combs, G.F. & Vandenberg, A. (2011). The potential of lentil (*Lens culinaris* L.) as a whole food for increased selenium, iron, and zinc intake: preliminary results from a 3 year study. *Euphytica*, 180(1), 123-128.
4. Khan, B.A. (2022). Comparative efficacy of different herbicides for weed management in lentil (*Lens culinaris* L.). *Journal of Weed Science Research*, 28(1), 29-44.
5. Bagheri, A., Zargarian, N., Mondani, F. & Nosratti, I. (2020). Artificial neural network potential in yield prediction of lentil (*Lens culinaris* L.) influenced by weed interference. *Journal of Plant Protection Research*, 60(3), 284-295.
6. Rhioui, W., Al Fiquigui, J. & Belmalha, S. (2024). Assessing the Impact of Organic and Chemical Herbicides on Agronomic Parameters, Yield, and Weed Control Efficiency in Lentil (*Lens culinaris* Medik.) under a Direct-Seeding System: A Comparative analysis. *BIO Web of Conferences*, 109, 01033.
7. Cessna, A.J. (1998). Metribuzin residues in lentil following postemergence application. *Canadian Journal of Plant Science*, 78(1), 167-169.
8. Koller, M. & Lanini, W. (2005). Site-specific herbicide applications based on weed maps provide effective control. *California Agriculture*, 59(3), 182-187.
9. Jurado Exposito, M., López Granados, F., Gonzalez Andujar, J. & García Torres, L. (2003). Spatial and temporal analysis of *Convolvulus arvensis* L. populations over four growing seasons. *European Journal of Agronomy*, 21(3), 287-296.
10. Gerhards, R., Sökefeld, M., Timmermann, C., Kühbauch, W. & Williams, M. (2002). Site-specific weed control in maize, sugar beet, winter wheat, and winter barley. *Precision Agriculture*, 3(1), 25-35.
11. Martín, C.S., Andújar, D., Fernández-Quintanilla, C. & Dorado, J. (2015). Spatial Distribution Patterns of Weed Communities in Corn Fields of Central Spain. *Weed Science*, 63(4), 936-945.
12. Ritter, C., Dicke, D., Weis, M., Oebel, H., Piepho, H.P., Büchse, A. & Gerhards, R. (2008). An on-farm approach to quantify yield variation and to derive decision rules for site-specific weed management. *Precision Agriculture*, 9, 133-146.
13. Zargarian, N., Bagheri, A., Nosratti, I. & Mondani, F. (2020). Evaluation of the effect of spatial distribution of weeds on seed yield of lentil (*Lens culinaris* L.) in rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 22(2), 140-151. (In Persian)

14. Avila, Í.A.M.D., Hurtado, S.M.C., Jezus, G.C.D., Silva, G.C. & Rezende, M.M. (2019). Soil attributes and weed seedbank spatial correlation. *Bioscience Journal*, 35(6), 1871-1877.
15. Kimathi, E., Mudeneri, B.T., Abdel-Rahman, E.M., Niassy, S., Tonnang, H.E. & Landmann, T. (2022). The possibilities of explicit Striga (*Striga asiatica*) risk monitoring using phenometric, edaphic, and climatic variables, demonstrated for Malawi and Zambia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(12), 913.
16. Ihsan, I., Rehman, H., Shaikh, A., Sulaiman, A., Rajab, K.D. & Rajab, A. (2023). Improving in-text citation reason extraction and classification using supervised machine learning techniques. *Computers in Speech and Language*, 82, 101526.
17. Mohamed, E., Nourai, A., Mohamed, G., Mohamed, M. & Saxena, M. (1997). Weeds and weed management in irrigated lentil in northern Sudan. *Weed Research*, 37(4), 211-218.
18. Fedoruk, L., Johnson, E. & Shirtliffe, S. (2011). The critical period of weed control for lentil in Western Canada. *Weed Science*, 59(4), 517-526.
19. Kumar, B., Kumari, N., Sirisha, L., Paswan, D. & Kumar, S. (2022). Bio-efficacy of pre and post-emergence herbicides on lentil yield, weed control efficiency, weed index, nutrient uptake and economics. *Pharma Innovation Journal*, 8(11), 1708-1712.
20. Choukri, H., Hejjaoui, K., El-Baouchi, A., El Haddad, N., Smouni, A., Maalouf, F., Thavarajah, D. & Kumar, S. (2020). Heat and Drought Stress Impact on Phenology, Grain Yield, and Nutritional Quality of Lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Frontiers in Nutrition*, 7, 596307.
21. Smitchger, J.A., Burke, I.C. & Yenish, J.P. (2012). The Critical Period of Weed Control in Lentil (*Lens culinaris*) in the Pacific Northwest. *Weed Science*, 60(1), 81-85.
22. Egli, D.B. (1994). Mechanisms responsible for soybean yield response to equidistant planting patterns. *Agronomy Journal*, 86(6), 1046-1049.
23. Jambuvant, P., Khose, Somanath, L., Menon, S., Shinde, P.B., Pokharkar, S.P., Sandeep, V., Menon, P.B., Prabhakar, S.S. & Pokharkar (2021). Studies on chemical weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *Pharma Innovation Journal*, 10(6), 808-812.
24. Taherabadi, S., Ghobadi, M. & Allahmoradi, P. (2017). The Critical period of weed competition in Lentil (*Lens culinaris* Medik.) under Kermanshah condition. *Iranian Journal of Pulses Research*, 7(2), 10-26. (in Persian)
25. Ramesh, T. (2016). Bio-efficacy of quizalofop-ethyl + imazethapyr in black gram. *Indian Journal of Weed Science*, 48, 339.
26. Iqbal, S., Hassan, S.-U., Aljohani, N.R., Alelyani, S., Nawaz, R. & Bornmann, L. (2021). A decade of in-text citation analysis based on natural language processing and machine learning techniques: an overview of empirical studies. *Scientometrics*, 126(8), 6551-6599.
27. Wiles, L.J. (2005). Sampling to make maps for site-specific weed management. *Weed Science*, 53(2), 228-235.
28. Simard, M.-J., Panneton, B., Longchamps, L., Lemieux, C., Légère, A. & Leroux, G.D. (2009). Validation of a management program based on a weed cover threshold model: effects on herbicide use and weed populations. *Weed Science*, 57(2), 187-193.
29. Milberg, P. & Hallgren, E. (2004). Yield loss due to weeds in cereals and its large-scale variability in Sweden. *Field Crops Research*, 86(2-3), 199-209.
30. Stenger, R., Priesack, E. & Beese, F. (2002). Spatial variation of nitrate-N and related soil properties at the plot-scale. *Geoderma*, 105(3-4), 259-275.
31. Yousaf, A., Khalid, N., Aqeel, M., Rizvi, Z.F., Alhaithloul, H.A.S., Sarfraz, W., Al Mutairi, K., Albishi, T.S., Alamri, S., Hashem, M., Noman, A. & Qari, S.H. (2022). Assessment of composition and spatial dynamics of weed communities in agroecosystem under varying edaphic factors. *PLOS ONE*, 17(5), e0266778.
32. Krähmer, H., Andreasen, C., Economou-Antonaka, G., Holec, J., Kalivas, D., Kolářová, M., Novák, R., Panozzo, S., Pinke, G., Salonen, J., Sattin, M., Stefanic, E., Vanaga, I. & Fried, G. (2020). Weed surveys and weed mapping in Europe: State of the art and future tasks. *Crop Protection*, 129, 105010.