تأثیر محلول‌پاشی عصاره پسماندهای ماهی و لبنی بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عملکرد گندم دیم

چکیده

این پژوهش با هدف برر سی تأثیر ع صاره ضایعات ماهی و آب ما ست حا صل از صنعت لبنیات بر ر شد گیاه گندم رقم باران مورد برر سی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط مزرعه انجام شد. عصاره ضایعات ماهی (عصاره‌گیری شده با سه روش ۱- هیدروکسید پتاسیم، ۲- اسید نیتریک + اسید سولفوریک، ۳- سولفات پتاسیم + بیکربنات سدیم) و همچنین ۳ نوع لاکتات روی، منگنز و آهن (تهیه شده از آب ماست) به صورت محلول‌پاشی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عصاره‌های ماهی و لاکتات‌ها موجب افزایش عملکرد دانه و وزن خشک کاه و کلش گندم شد. عملکرد دانه در عصاره‌های استخراج شده به روش۱، روش۲ و روش۳ به ترتیب ۱/۳، ۷/۲ و ۱۳/۹ درصد بود. این افزایش در روش ۱ < ۳ < ۲ بود. همچنین، نتایج نشان داد که عملکرد دانه و وزن خشک کاه و کلش در لاکتات منگنز > لاکتات آهن > لاکتات روی بود. تیمارهای آزمایش وزن هزار دانه را نیز افزایش داد، اما تفاوت از نظر آماری معنی‌داری نبود. محلول‌پا شی ع صاره ماهی و لاکتات‌ها غلظت نیتروژن و پتا سیم را در دانه و کاه و کلش افزایش دادند، اما تاثیری بر غلظت ف سفر نداشتند. به طور کلی، محلول‌پاشی عصاره ماهی و لاکتات‌ها، تأثیر مثبتی بر رشد و عملکرد گندم دیم رقم باران داشته باشند.

کلمات کلیدی: *آب‌ماست، ضایعات ماهی، کود آلی، کود شیمیایی، گندم*

The effect of foliar application of fish and dairy waste extract on nitrogen, phosphorus, potassium concentration and dryland wheat yield

ABSTRACT

The aim of the experiment was to investigate the effect of fish waste extract and yogurt juice obtained from the dairy industry on the growth of Baran wheat cultivar. The experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with three replications under field conditions. Fish waste extract (extracted by three methods including method 1: potassium hydroxide, method 2: nitric acid + sulfuric acid, method 3: potassium sulfate + sodium bicarbonate) and also 3 types of zinc, manganese, and iron lactate (prepared from yogurt water) were used in the form of foliar application. The results showed that grain yield and dry weight of wheat straw increased by foliar application of fish extracts and lactates. The grain yield of extraction method 1, method 2 and method 3 was 1.3, 7.2 and 13.9%, respectively. Briefly, it was for method 1 < 3 < 2. Also, the results demonstrated that grain yield and dry weight of straw were in the order of manganese lactate > iron lactate > zinc lactate. The experimental treatments also increased the 1000 grain weight, but this difference was not statistically significant. Foliar spray of lactates and fish extract increased N and K concentration of grain and straw, but had no effect on P concentration. In general, spraying of fish extract and lactates has a positive effect on the growth and yield of Baran wheat cultivar.

***Key words**: chemical fertilizer, fish waste, organic fertilizer, wheat, yoghurt juice*

چکیده مبسوط

هدف

مدیریت صحیح پسماندهای تولید شده در صنعت شیلات و لبنیات با هدف تولید کودهای آلی حائز اهمیت است. زیرا، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی می‌تواند اثرات مخربی بر محیط زیست داشته باشد. بر همین اساس، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر عصاره ضایعات ماهی و آب ماست حاصل از صنعت لبنیات بر رشد گیاه گندم رقم باران مورد بررسی قرار گرفت.

روش پژوهش

آزمایش در مزرعه و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول پاشی عصاره ماهی و همچنین لاکتات منگنز، لاکتات روی و لاکتات آهن بود. برای تهیه عصاره ماهی، در ابتدا ضایعات ماهی هوا خشک گردید و سپس به سه روش ۱. هیدروکسید پتاسیم، ۲. اسید نیتریک + اسید سولفوریک و ۳. سولفات پتاسیم + بیکربنات سدیم عصاره‌گیری شد. برای تهیه لاکتات‌ها از پسماند لبنی (آب ماست) حاصل از تولید ماست یونانی استفاده

ویراستاری نشده

شد که معمولا حاوی ۵ درصد لاکتوز است. پس از حرارت دهی و صاف نمودن آب ماست، لاکتات منگنز، لاکتات روی و لاکتات آهن به ترتیب با اضافه کردن سولفات منگنز، روی و آهن به صورت جداگانه به محلول آب ماست ضد عفونی شده تهیه شد. پس از کشت گندم دیم رقم باران، محلول پاشی تیمارهای آزمایشی در دو مرحله رشد گیاه گندم شامل ساقه دهی و خوشه دهی و با غلظت پنج در هزار انجام شد.

یافته‌ها

بررسی عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن خشک کاه و کلش، همچنین غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه و کلش نشان داد که محلول‌پاشی عصاره ماهی و لاکتات‌ها موجب افزایش عملکرد دانه و وزن خشک کاه و کلش شد. عملکرد دانه در عصاره ماهی استخراج شده به روش۱، روش۲ و روش۳ به ترتیب ۱/۳، ۷/۲ و ۱۳/۹ درصد بود. همچنین، نتایج نشان داد که افزایش عملکرد دانه و وزن خشک کاه و کلش به ترتیب در لاکتات منگنز > لاکتات آهن > لاکتات روی بود. تیمارهای آزمایش وزن هزار دانه را نیز افزایش داد، اما تفاوت از نظر آماری معنی‌داری نبود. محلول‌پاشی عصاره ماهی و لاکتات‌ها تأثیر معنی‌داری بر فسفر دانه و کلش نداشت. اما بر غلظت نیتروژن دانه و کلش معنی‌دار بود. بیشترین غلظت نیتروژن دانه در تیمار عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱ و لاکتات منگنز مشاهده شد. استخراج به روش ۳ و لاکتات آهن و لاکتات روی تأثیری در افزایش مقدار نیتروژن دانه نداشتند. غلظت نیتروژن کلش تحت تأثیر عصاره‌های ماهی و لاکتات‌ها افزایش یافت، بیشترین افزایش مربوط به عصاره استخراج شده به روش ۲ بود، و در بین لاکتات‌ها تأثیر لاکتات منگنز > لاکتات روی > لاکتات آهن بود. اثر تیمارهای آزمایش بر غلظت پتاسیم دانه معنی‌داری نبود. در مقابل، عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱ و ۲ غلظت پتاسیم را در کلش افزایش داد که تأثیر روش ۱ > ۳ بود. روش ۲ تأثیری بر غلظت پتاسیم نداشت. در بین لاکتات‌ها نیز، لاکتات منگنز تأثیری بر افزایش پتاسیم کلش نداشت، اما لاکتات آهن و لاکتات روی غلظت پتاسیم کلش را افزایش دادند که تأثیر لاکتات آهن بیشتر بود.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد عصاره ضایعات ماهی و پساب تولید ماست (آب ماست) به عنوان کود آلی می‌تواند رشد و عملکرد گیاه گندم رقم باران را در شرایط کشت دیم بهبود بخشد. بنابراین توصیه می‌شود به منظور حفظ محیط زیست، ضایعات این صنایع در تولید کود آلی مورد استفاده قرار گیرد تا از رهاسازی به محیط و بروز مشکلات زیست محیطی جلوگیری به عمل آید.

کلمات کلیدی: *آب‌ماست، ضایعات ماهی، گندم، کود آلی، کود شیمیایی*

Aim

The management of waste produced in the fisheries and dairy industries is important for the production of organic fertilizers. Excessive use of chemical fertilizers can have destructive effects on the environment. Accordingly, the effect of fish waste extract and yogurt juice obtained from the dairy industry was investigated on the growth of the Baran wheat cultivar.

Material and Method

The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the field. The experimental treatments included foliar application of fish waste extract as well as manganese lactate (Mn-La), zinc lactate (Zn-La), and iron lactate (Fe-La). To prepare the fish extract, the fish waste was air-dried and then extracted using three methods: method (1) potassium hydroxide, method (2) nitric acid + sulfuric acid, method (3) potassium sulfate + sodium bicarbonate. To prepare the lactates, dairy waste (yogurt juice) obtained from the production of Greek yogurt was used, which usually contains 5% lactose. After heating and filtering the yogurt water, Mn-La, Zn-La, and Fe-La were prepared by separately adding Mn, Zn, and Fe sulfate to the disinfected yogurt juice solution. After cultivating dryland wheat of the Baran variety, foliar spraying of the experimental treatments was carried out in two stages of wheat plant growth: stalking and clustering, with a concentration of five per thousand.

Results

Investigation of grain yield, 1000-grain weight, dry weight of straw, as well as N, P and K concentration of grain and straw showed that foliar application of fish extract and lactates increased grain yield and dry weight of straw. The grain yield in the fish extract extracted by method 1, method 2 and method 3 was 1.3%, 7.2% and 13.9%, respectively. Also, the results demonstrated that increasing grain yield and straw dry weight were respectively in Mn-La > Fe-La > Zn-La. The experimental treatments also increased the 1000-grain weight but the difference was not statistically significant. Fish extracts and lactates foliar spraying did not have a significant effect on grain and straw P, but it was significant on the N concentration of seed and straw. The highest grain N concentration was observed in the treatment of fish extract extracted by method 1 and Mn-La. Extraction by method 3 and Fe-La and Zn-La had no effect on the amount of seed N. The concentration of straw N increased under the influence of the fish extracts and lactates. The highest increase was related to method 2, and among the lactates, the influence of Mn-La > Zn-La > Fe-La. The effect of experimental

treatments on grain K concentration was not significant. On the other hand, fish extract extracted by method 1 and 2 increased the concentration of potassium in straw, and the effect of method 1 was >3. Method 2 had no effect on K concentration. Among the lactates, Mn-La had no effect on the straw potassium, but Fe-La and Zn-La increased the concentration of straw K, and the effect of Fe-La was greater.

Conclusion
The results of this research showed that the application of fish waste extract and yogurt factory effluent (yogurt juice) as organic fertilizer can improve the growth and performance of Baran wheat variety under dryland conditions. Therefore, in order to protect the environment, it is recommended to use the waste of these industries in the production of organic fertilizers to prevent them from being released into the environment and causing environmental problems.

***Key words**: chemical fertilizer, fish waste, organic fertilizer, wheat, yoghurt juice*

ویرایش شده

مقدمه

افزایش جمعیت جهان و نیاز به تأمین مواد غذایی مورد نیاز موجب گردیده است تا فشار بر منابع طبیعی افزایش یابد و بهره‌برداری غیراصولی از منابع زمینی باعث تخریب اراضی، کاهش منابع آب سطحی و زیرزمینی و ورود حجم زیادی از پسماندها و آلاینده‌ها به محیط زیست شده است (Sadeghi et al., 2015). از سوی دیگر، سیستم‌های زراعی فشرده و استفاده دراز مدت از کودهای شیمیایی نیز منجر به کاهش حاصلخیزی و تخریب خاک شده است (Wolie and Adamassu, 2016). علاوه بر این، کاربرد کودهای شیمیایی نیز منجر به تخریب خاک، بیابان‌زایی، فرسایش و تسریع اثرات گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی می‌گردد (Diacono and Montemurro, 2010).

عناصر غذایی موجود در ضایعات آلی مختلف دارای پتانسیل جایگزینی کودهای سنتی در کشاورزی هستند. محصولات کودی ممکن است از ضایعات آلی فرآوری شده از کشاورزی، شیلات و آبزی‌پروری، شهرها، مناطق تفریحی و صنایع فرآوری مواد غذایی ساخته شوند (Brod et al., 2018). مدیریت و استفاده اصولی از پسماندهای آلی صنعتی، کشاورزی و شهری در زمین‌های کشاورزی، علاوه بر کاهش خطرات زیست‌محیطی، موجب افزایش بهره‌وری آن‌ها نیز می‌شوند. این ترکیبات، علاوه بر مواد آلی، معمولاً سرشار از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن و فسفر است (Giannakis et al., 2014).

امروزه مقادیر بسیار زیادی از ضایعات ماهی در کارخانه‌های کنسروسازی و تولید غذاهای دریایی در سراسر جهان، دور ریخته می‌شوند. محققین بیان کردند که ضایعات ماهی غنی از نیتروژن، پتاسیم، فسفر و مواد معدنی کم‌مصرف است (Ghaly et al., 2013) و کودهای تولید شده از این ضایعات دارای مقادیر زیادی مواد آلی است و می‌توانند به عنوان منبع غنی از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند (Lema and Degebassa, 2013). فرآورده‌های لبنی و محصولات به دست آمده از شیر نیز نقش مهمی در تغذیه و تامین انرژی مصرفی مردم جهان دارد و تقاضای رو به افزایش محصولات لبنی در کشورهای مختلف، منجر به توسعه صنایع لبنی و افزایش تولید ضایعات در این صنعت شده است. ضایعات لبنی مواد غنی با کربن آلی و عناصر ضروری است و استفاده از فاضلاب صنایع لبنی به دلیل داشتن عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر و عدم وجود فلزات سنگین حائز اهمیت بوده و استفاده از آن‌ها در زمین‌های کشاورزی، نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (Dennis and Burke, 2001).

امروزه، مقادیر زیادی ضایعات کشاورزی از جمله بقایای گیاهی، کود مرغی و فضولات حیوانات بزرگ، لجن فاضلاب و بسیاری دیگر از محصولات جانبی آنها مانند ادرار، صنعت ماهی (شیلات) و لبنیات تاریخ مصرف گذشته و غیره در زندگی ما تولید می‌شود (Chatterjee et al., 2017). لذا، مدیریت پسماندهای صنعتی و کشاورزی برای استفاده از این پسماندها و روش بازیافت مناسب آنها موضوع مهمی است و به‌طور کلی تبدیل ضایعات آلی به کودهای آلی با ارزش برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و افزایش حاصلخیزی خاک از یک سو و دفع آنها بدون اثرات مخرب بر محیط زیست دارای اهمیت است (Ahmad et al., 2007; Chatterjee et al., 2017).

گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین غلات جهان است که به عنوان گیاهی راهبردی در ایجاد امنیت غذایی به خصوص در کشورهای در حال توسعه مطرح است (Xia et al., 2012). در ایران نیز، گندم (و نان) به عنوان غذای اصلی مردم مطرح بوده و بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. با توجه به اهمیت گیاه گندم و همچنین مدیریت صحیح پسماندهای صنعتی

حاصل از صنایع فرآوری و استفاده از آنها به‌عنوان کودهای آلی در صنعت کشاورزی موجب گردید تا این پژوهش با هدف بررسی روش‌های مختلف عصاره‌گیری از ضایعات ماهی و همچنین لاکتات آهن، منگنز و روی تولید شده از آب ماست بر رشد و عملکرد گیاه گندم اجرا گردد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش گندم دیم – رقم باران در شرایط مزرعه در قالب طرح بلوک کاملا تصادفی و به مدت یک سال زراعی (۱۴۰۱–۱۴۰۰) در اراضی شهر نور بهار یا نورآباد واقع در بخش مرکزی شهرستان خدابنده – استان زنجان با موقعیت جغرافیایی E 39S 301745 و N3976540 کشت شد. بر اساس اطلاعات هواشناسی، ارتفاع منطقع از سطح دریا ۱۸۰۰ متر، متوسط بارندگی سالانه ۲۳۸ میلی‌متر، متوسط حداقل دمای سالانه (منفی ۲۱ درجه سانتی‌گراد) و متوسط حداکثر دمای سالانه (۳۹ درجه سانتی‌گراد) است. گندم دیم – رقم باران، رقم متحمل به تنش خشکی، دارای تیپ رشد زمستانه و همچنین مقاوم به سرما است. دانه سفید، مقاوم به ورس و ریزش دانه بوده و میانگین وزن هزار دانه آن ۳۷ گرم و میانگین ارتفاع بوته ۸۳ سانتی‌متر است. به‌دلیل دارا بودن میانگین عملکرد بالا، کیفیت خوب نانوایی، تحمل به تنش‌های خشکی، سرما، نیمه مقاوم به زنگ زرد و سایر ویژگی‌های مناسب زراعی، برای کاشت در شرایط دیم مناطق سرد و معتدل کشور مناسب است (روستایی و همکاران، ۱۳۹۳).

قبل از کشت گندم، برخی ویژگی‌های خاک (جدول۱) زراعی شامل: بافت خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962)، pH عصاره اشباع (Burt, 2004)، کربن آلی خاک به روش اکسایش‌تر (Walkly and Black, 1934)، کربنات کلسیم معادل (Loeppert and Suarez, 1996) و فسفر قابل دسترس به روش اولسن (Olsen, 1954) اندازه‌گیری شد. پیش از کشت گندم, مراحل آماده سازی زمین شامل عملیات شخم و ماله زنی انجام شد. پس از آماده شدن زمین، گندم دیم رقم باران (مقدار بذر ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) با استفاده از دستگاه عمیق‌کار کشت گردید.

تهیه و آماده‌سازی عصاره ماهی و ضایعات لبنی

قبل از تهیه عصاره، ضایعات ماهی در هوای آزاد هوا خشک گردید. پس از خشک شدن به سه روش مختلف عصارگیری انجام شد: ۱– روش هیدروکسید پتاسیم (KOH): به طور خلاصه، ۷۵ گرم هیدروکسید پتاسیم (KOH) به ۳۰۰ گرم ضایعات ماهی اضافه گردید سپس حجم سوسپانسیون به ۲۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد. سوسپانسیون تهیه شده در دمای ۲۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شد و در نهایت پس از صاف نمودن، حجم نهایی سوسپانسیون به روش حرارت دادن به ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد (Ghaly et al., 2013)، ۲– روش اسید نیتریک (HNO3) + اسید سولفوریک (H2SO4): در این روش ۳۰۰ گرم ماده خشک ضایعات ماهی با ۳۰۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک + ۵۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ به حجم ۲۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سوسپانسیون در دمای ۲۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شد و پس از عبور دادن از صافی و حرارت مجدد تغلیظ گردیده و به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد (Ghaly et al., 2013)، ۳– روش سولفات پتاسیم (KSO4) + بیکربنات سدیم (NaCO3): در این روش ۳۰۰ گرم ماده خشک ضایعات ماهی با ۴۰ گرم سولفات پتاسیم + ۲ گرم بی‌کربنات سدیم مخلوط و به حجم ۲۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. حجم سوسپانسیون به دست آمده پس از عبور دادن از صافی به روش حرارت دهی تغلیظ شده و به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد (Ghaly et al., 2013).

پسماندهای لبنی (آب ماست) حاصل از تولید ماست یونانی حاوی ۵ درصد لاکتوز می‌باشد. پس از تهیه ضایعات لبنیات (آب ماست)، برای از بین بردن میکروب‌های موجود در ضایعات لبنیات، عمل حرارت دادن انجام شد. پس از حرارت دهی و صاف نمودن، برای تهیه لاکتات آهن، لاکتات روی و لاکتات منگنز به ترتیب عناصر منگنز، روی و آهن به صورت جداگانه به محلول آب ماست ضدعفونی شده اضافه گردید که لاکتوز موجود در آب ماست با آهن، روی و منگنز به ترتیب ترکیبات لاکتات آهن، لاکتات روی و لاکتات منگنز را تشکیل می‌دهد (Ketterings et al., 2017).

آزمایش شامل ۱۴ تیمار (۱) محلول پاشی آب آبیاری (شاهد)، (۲) عصاره ماهی استخراج شده به روش هیدروکسید پتاسیم (روش۱)، (۳) هیدروکسید پتاسیم (شاهد روش۱)، (۴) عصاره ماهی استخراج شده به روش اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک (روش۲)، (۵) اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک (شاهد روش۲)، (۶) عصاره ماهی استخراج شده به روش سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم (روش۳)، (۷) سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم (شاهد روش۳)، (۸) آب ماست، (۹) سولفات آهن، (۱۰) لاکتات آهن، (۱۱) سولفات روی، (۱۲) لاکتات روی، (۱۳) سولفات منگنز، (۱۴) لاکتات منگنز بود. برای تهیه لاکتات‌ها از سولفات آهن، روی و منگنز استفاده گردید، بنابراین در تیمارها از نمک‌های استفاده شده به عنوان شاهد نیز استفاده گردید. عصاره‌های تهیه شده به روش محلول پاشی مورد استفاده قرار گرفت.

محلول پاشی با غلظت پنج در هزار (۱۰۰ میلی‌لیتر در ۲۰ لیتر آب برای هر تیمار) در دو مرحله رشد گیاه گندم شامل ساقه دهی و خوشه دهی انجام شد. در پایان فصل کشت و پس از رسیدگی کامل گندم تأثیر عصاره‌های استفاده شده بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و وزن خشک کاه و کلش در نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده از پلات‌هایی به ابعاد ۱×۱متر (مساحت یک متر مربع) انجام شد.

نمونه‌های گیاهی در داخل آون و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد. پس از خشک شدن، نمونه‌ها آسیاب شد. برای اندازه‌گیری غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه و کاه–کلش، نمونه‌های خشک شده گیاهی به روش هضم تر عصاره‌گیری شد. به‌طور خلاصه، ۰/۳ گرم از نمونه‌های گیاهی پودر شده با استفاده از آسیاب توزین و به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری انتقال داده شد. در ادامه، ۲/۳ میلی‌لیتر از ترکیب اسید سولفوسالیسیلیک (شامل: ۱۸ میلی‌لیتر آب مقطر + ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک غلیظ + ۶ گرم اسید سالیسیلیک) به نمونه‌ها اضافه گردید. پس از یک شبانه روز، نمونه‌های آماده شده به مدت یک ساعت بر روی هیتر تا دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و در ادامه مجدداً روی هیتر در دمای ۲۸۰ درجه به مدت ۴۵ دقیقه حرارت داده شدند. در این مرحله همزمان که نمونه‌ها روی هیتر قرار داشتند هر ۵ دقیقه، ۵ قطره آب اکسیژنه به نمونه‌ها اضافه گردید تا زمانی که رنگ نمونه‌ها کاملاً سفید گردید و پس از پایان یافتن هضم نمونه‌ها به حجم رسانده شد. در عصاره‌های کاه–کلش و دانه، غلظت نیتروژن به روش کجلدال (Bremner, 1966)، فسفر به روش زرد (مولیبدووانادات) (Chapman and Pratt, 1961) و غلظت پتاسیم در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS 9.4 استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. از نرم افزار Excel برای ترسیم نمودارها استفاده شد.

نتایج

نتایج آنالیز خاک، پودر ماهی و آب ماست

در جدول ۱ نتایج آنالیز خاک، پودر ماهی و آب ماست یونانی نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که بافت خاک لوم رسی بوده و با توجه به مقدار کربنات کلسیم معادل (۲۳/۱۲ در صد) و پهاش (pH=۷/۸۲)، نوع خاک آهکی و قلیایی است. همچنین، برر سی غلظت برخی عنا صر در پودر ماهی و آب ما ست ن شان داد که این مواد حاوی مقادیر قابل توجهی از برخی عنا صر مورد نیاز برای ر شد گیاهان می‌باشند و پودر ماهی در مقایسه با آب ماست از نظر وجود این عناصر غنی‌تری است.

جدول ۱ نتایج برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک، پودر ماهی و آب ماست مورد استفاده در آزمایش

رس	شن	سیلت	pH	ماده آلی	کربنات کلسیم معادل	نیتروژن	فسفر قابل دسترس
	درصد		–	درصد	درصد	درصد	میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک
۲۸/۵	۲۹/۵	۴۲	۷/۸۲	۰/۸۶	۲۳/۱۲	۰/۰۵	۳۰

ویرایش نشده

	کلسیم + منیزیم	سدیم	پتاسیم	نیتروژن	فسفر	منگنز	مس	آهن
	اکی والان بر لیتر		میلی‌گرم بر کیلوگرم					
پودر ماهی	۲۴	۵۰	۷۶۰۰	۳۳۶۰۰	۹۸۰۰	۲۴۰	۷۷	۴۱۱
آب ماست	۵۶	۱۱/۲۵	۹۵۰	۱۱۰۰	۸۵	۳/۲	۰/۲	۴/۶

تأثیر عصاره ماهی و آب ماست بر برخی ویژگی‌های رویشی

عملکرد (وزن دانه)

همانطور که در جدول۲ نشان داده شده است تأثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل۱) نشان داد که محلول‌پاشی عصاره ماهی میزان عملکرد دانه گندم را در مقایسه با تیمار شاهد (آب آبیاری) افزایش داد. به طوری‌که مقدار افزایش عملکرد دانه در تیمار عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱، ۲ و ۳ به ترتیب ۱/۳، ۷/۲ و ۱۳/۹ درصد بود که بین سه روش عصاره‌گیری از نظر آماری تفاوتی وجود نداشت. از طرف دیگر، آب ماست، لاکتات آهن، لاکتات روی و لاکتات منگنز نیز در مقایسه با محلول‌پاشی آب آبیاری میزان عملکرد دانه را به ترتیب، ۲۵/۸، ۳۳/۹ و ۳۱/۴ درصد بود. به طور خلاصه، عملکرد دانه در لاکتات منگنز > لاکتات آهن > لاکتات روی بود. آب ماست به تنهایی تأثیری بر عملکرد دانه نداشت.

وزن هزار دانه

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، محلول‌پاشی عصاره ماهی وزن هزار دانه گندم را در مقایسه با تیمار شاهد (آب آبیاری) افزایش داد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عصاره استخراج شده به روش ۱، اسید ۲ و ۳ وزن هزار دانه را به ترتیب ۷/۲، ۶/۳ و ۱۷/۳ درصد افزایش داد. وزن هزار دانه در تیمار محلول‌پاشی لاکتات منگنز > لاکتات روی > لاکتات آهن > آب ماست بود. اما بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مقادیر افزایش یافته تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

وزن خشک کاه و کلش

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عصاره ماهی و آب ماست بر وزن خشک کاه و کلش معنی‌دار بود (جدول۲). عصاره ماهی و ترکیبات حاصل از آب ماست (لاکتات‌ها) هر دو موجب افزایش وزن خشک کاه و کلش گندم در مقایسه با تیمار محلول پاشی آب آبیاری (تیمار شاهد) گردیدند. بیشترین مقدار افزایش در تیمار محلول‌پاشی لاکتات منگنز مشاهده گردید که وزن خشک کاه و کلش را به مقدار ۲۹/۳۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. در بین عصاره‌های ماهی، افزایش وزن خشک کاه و کلش در تیمار محلول‌پاشی عصاره استخراج شده به روش ۱ > ۳ > ۲ بود. همچنین، مقدار افزایش در تیمار آب ماست، لاکتات آهن، لاکتات روی و لاکتات منگنز بر وزن خشک کاه و کلش در مقایسه با محلول‌پاشی آب مقطر به ترتیب: ۲۲/۱۶، ۱۷/۱۰، ۱۳/۸۷ و ۲۹/۳۲ درصد بود. به‌طور خلاصه، میزان افزایش در لاکتات منگنز > آب ماست > لاکتات آهن > لاکتات روی بود.

ویرایش اولیه آزمایشی نشده

شکل ۱ تأثیر عصاره ماهی و لاکتات‌های به دست آمده از آب ماست بر عملکرد دانه، ۱) محلول پاشی آب آبیاری (شاهد)، ۲) هیدروکسید پتاسیم، ۳) عصاره ماهی استخراج شده به روش هیدروکسید پتاسیم (روش۱) ۴) اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک، ۵) عصاره ماهی استخراج شده به روش اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک (روش۲)، ۶) سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم، ۷) عصاره ماهی استخراج شده به روش سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم (روش۳)، ۸) آب ماست، ۹) سولفات آهن، ۱۰) لاکتات آهن، ۱۱) سولفات روی، ۱۲) لاکتات روی، ۱۳) سولفات منگنز، ۱۴) لاکتات منگنز. (بر اساس آزمون دانکن – سطح احتمال پنج درصد، حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنادار بین تیمارها است (هر یک از داده‌ها نشان دهنده میانگین سه تکرار همراه با خطای استاندارد است).

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اثر منابع مختلف بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گندم دیم رقم باران

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد (وزن دانه)	وزن هزار دانه	وزن کاه و کلش
تیمار	۱۳	۳۸۵۲/۶۱	۱۱/۴۰۷ ns	۱۱۷۱/۹۸
بلوک	۲	۱۰۶/۲۸ ns	۱/۳۷۴ ns	۵۸/۰۲۳ ns
خطا	۲۶	۵۹۰/۸۰	۷/۵۰	۴۳۲/۸۵
ضریب تغییرات	–	۱۳/۵۷	۹/۴۱	۹/۷۳

ns، به ترتیب: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد براساس آزمون دانکن (سطح احتمال پنج درصد)

پذیرفته شده

تأثیر عصاره ماهی و آب ماست بر غلظت برخی عناصر دانه و کاه–کلش

غلظت نیتروژن

در شکل ۲، تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت نیتروژن دانه نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده تأثیر محلول‌پاشی عصاره ماهی و آب ماست بر غلظت نیتروژن دانه معنی‌دار بود (جدول۳). عصاره ماهی استخراج شده به روش‌های مختلف و ترکیبات حاصل از آب ماست (لاکتات‌ها) غلظت نیتروژن دانه را تحت تأثیر قرار دادند. بیشترین غلظت نیتروژن دانه در تیمار عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱ و لاکتات منگنز مشاهده شد که به ترتیب غلظت نیتروژن دانه را در مقایسه با تیمار شاهد (آب آبیاری)، ۲۰/۷ و ۲۶/۲ درصد افزایش دادند. عصاره ماهی استخراج شده به روش ۳ تأثیری در افزایش نیتروژن دانه نداشت. عصاره ماهی به روش ۲ نیز مقدار نیتروژن دانه را ۷/۱ درصد افزایش داد. به طور خلاصه، اثر محلول‌پاشی عصاره استخراج شده به روش ۱ > ۲ بود. در مقابل لاکتات آهن و لاکتات روی تأثیری در افزایش مقدار نیتروژن دانه نداشتند.

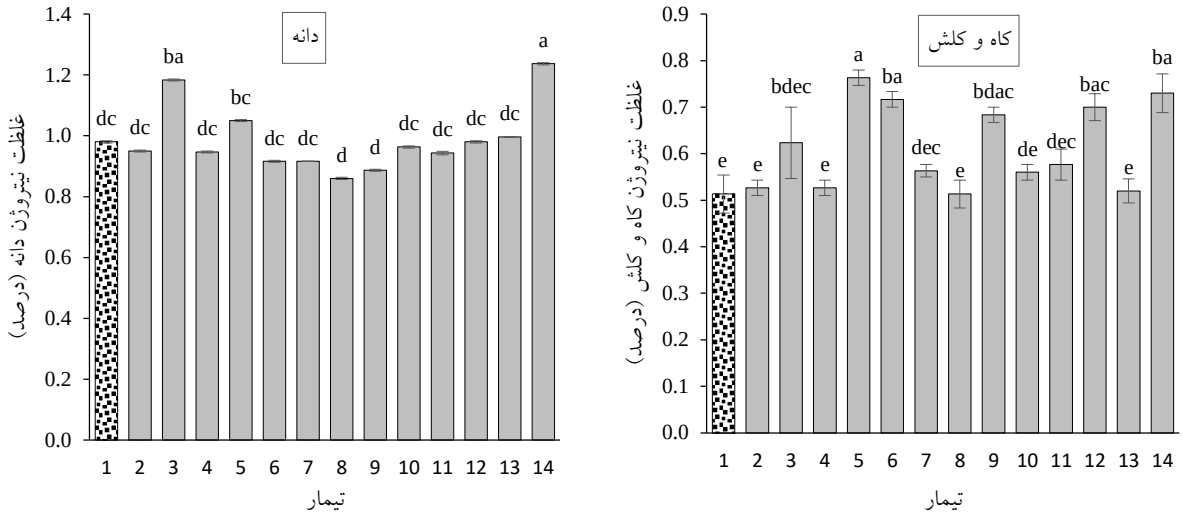
بررسی غلظت نیتروژن در کاه و کلش نیز نشان داد که تیمارهای آزمایشی اثر معنی‌دار بر غلظت نیتروژن کاه و کلش داشتند (جدول ۳). بیشترین غلظت نیتروژن کاه و کلش در تیمار عصاره ماهی استخراج شده به روش ۲ مشاهده گردید (شکل ۲) که مقدار آن را در مقایسه با تیمار شاهد ۴۸/۷ درصد افزایش داد. میزان افزایش نیتروژن کاه و کلش تحت تأثیر کاربرد عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱و۳، به ترتیب ۲۱/۷ و ۹/۷ درصد بود. به طور خلاصه، تأثیر روش ۲ > ۱ > ۳بود. همانطور که در شکل۲ مشاهده می‌شود، لاکتات آهن، روی و منگنز نیز غلظت نیتروژن کاه و کلش را در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب، ۹/۱، ۳۶/۴ و ۴۲/۲ درصد افزایش دادند. به طور خلاصه، اثر لاکتات منگنز > لاکتات روی > لاکتات آهن بود.

جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس اثر منابع مختلف برغلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گندم دیم رقم باران

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		نیتروژن		فسفر		پتاسیم	
		دانه	کاه و کلش	دانه	کاه و کلش	دانه	کاه و کلش
تیمار	۱۳	۰/۰۳۳۸	۰/۰۲۵۲	۰/۰۰۶۴ ns	۰/۰۱۵۴ ns	۰/۰۰۳۱ ns	۰/۱۱۱
بلوک	۲	۰/۰۰۱۴ ns	۰/۰۱۷۹ ns	۰/۰۰۶۵ ns	۰/۰۲۵۹	۰/۰۰۱۱ ns	۰/۰۰۶ ns
خطا	۲۶	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۲۵	۰/۰۱۱
ضریب تغییرات	–	۸/۲۷	۱۲/۱۷	۹/۸۴	۱۱/۱۹	۱۱/۲۹	۱۲/۶۷

ns، به ترتیب: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد براساس آزمون دانکن (سطح احتمال پنج درصد)

ویراستاری نشده

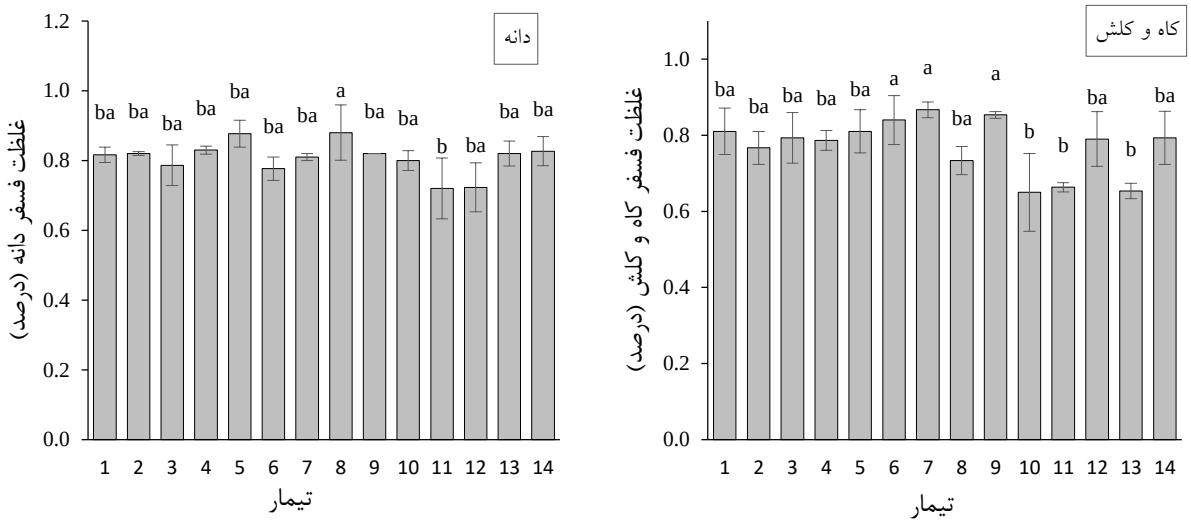


شکل ۲ تأثیر عصاره ماهی و لاکتات‌های به دست آمده از آب ماست بر نیتروژن دانه و کاه – کلش، ۱) محلول پاشی آب آبیاری (شاهد)، ۲) هیدروکسید پتاسیم، ۳) عصاره ماهی استخراج شده به روش هیدروکسید پتاسیم (روش۱) ۴) اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک، ۵) عصاره ماهی استخراج شده به روش اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک (روش۲)، ۶) سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم، ۷) عصاره ماهی استخراج شده به روش سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم (روش۳)، ۸) آب ماست، ۹) سولفات آهن، ۱۰) لاکتات آهن، ۱۱) سولفات روی، ۱۲) لاکتات روی، ۱۳) سولفات منگنز، ۱۴) لاکتات منگنز. (بر اساس آزمون دانکن – سطح احتمال پنج در صد، حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنادار بین تیمارها است (هر یک از داده‌ها نشان دهنده میانگین سه تکرار همراه با خطای استاندارد است).

غلظت فسفر

در شکل۳ تأثیر تیمارهای آزمایشی بر غلظت فسفر دانه و کاه و کلش نشان داده شده است. در بخش دانه، بین روش‌های مختلف عصاره‌گیری، روش ۲ میزان فسفر دانه را ۷/۳ درصد افزایش داد. اما، عصاره‌گیری به روش‌های ۱ و ۳ تأثیری بر مقدار فسفر دانه نداشتند. از سوی دیگر، لاکتات آهن و لاکتات روی موجب تغییر فسفر دانه نگردید و لاکتات منگنز نیز میزان فسفر دانه را ۱/۲ درصد افزایش داد. تغییرات ذکر شده درباره روش‌های مختلف عصاره‌گیری ضایعات ماهی و ترکیبات حاصل از آب ماست (لاکتات‌ها) از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول۳). همچنین، نتایج نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی، عصاره‌گیری ضایعات ماهی به روش ۳ غلظت فسفر کاه و کلش را ۷ درصد افزایش داد، در مقابل، سایر روش‌های عصاره‌گیری ضایعات ماهی و همچنین لاکتات‌های آهن، منگنز و روی تأثیری بر افزایش غلظت فسفر کاه و کلش نداشتند. به طور کلی، اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت فسفر کاه و کلش از نظر آماری معنی‌دار نبود.

پذیرفته شده



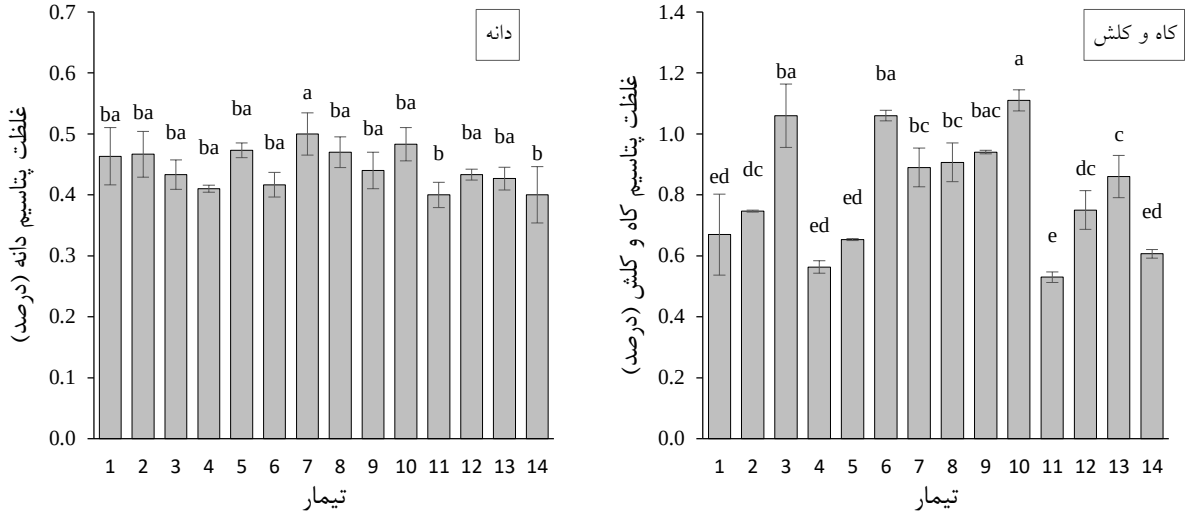
شکل ۳ تأثیر عصاره ماهی و لاکتات‌های به دست آمده از آب ماست بر فسفر دانه و کاه – کلش، ۱) محلول پاشی آب آبیاری (شاهد)، ۲) هیدروکسید پتاسیم، ۳) عصاره ماهی استخراج شده به روش هیدروکسید پتاسیم (روش۱) ۴) اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک، ۵) عصاره ماهی استخراج شده به روش اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک (روش۲)، ۶) سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم، ۷) عصاره ماهی استخراج شده به روش سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم (روش۳)، ۸) آب ماست، ۹) سولفات آهن، ۱۰) لاکتات آهن، ۱۱) سولفات روی، ۱۲) لاکتات روی، ۱۳) سولفات منگنز، ۱۴) لاکتات منگنز. (بر اساس آزمون دانکن – سطح احتمال پنج در صد، حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنادار بین تیمارها است (هر یک از داده‌ها نشان دهنده میانگین سه تکرار همراه با خطای استاندارد است).

غلظت پتاسیم

بر اساس نتایج به دست آمده (شکل۴)، محلول‌پاشی عصاره ماهی استخراج شده به روش‌های ۳ و ۲، غلظت پتاسیم را در دانه افزایش دادند که میزان افزایش در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) به ترتیب ۷/۹۱ و ۳/۱۶ درصد بود. کاربرد عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱ تأثیری در افزایش غلظت پتاسیم دانه نداشت. در بین لاکتات‌های آهن، منگنز و روی نیز مشاهده گردید که کاربرد لاکتات آهن غلظت پتاسیم دانه را ۴/۳۲ درصد افزایش داد، اما لاکتات روی و منگنز تأثیری در افزایش غلظت پتاسیم دانه نداشتند. به طور کلی تغییرات ذکر شده برای غلظت پتاسیم در دانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار نبود، در مقابل، اثر تیمارهای آزمایشی بر غلظت پتاسیم کاه و کلش معنی‌دار بود (جدول۳).

نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل۴) نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی، محلول‌پاشی عصاره ماهی استخراج شده به روش ۱ غلظت پتاسیم کاه و کلش را ۵۸/۲۱ درصد افزایش داد، عصاره ماهی استخراج شده به روش ۳ نیز غلظت پتاسیم کاه و کلش را به میزان ۳۲/۸۴ درصد افزایش داد، اما روش ۲ تأثیر افزایشی بر غلظت پتاسیم نداشت. به طور خلاصه میزان افزایش غلظت پتاسیم کاه و کلش در روش ۱ > ۳ بود. در بررسی روند تغییرات پتاسیم کاه و کلش تحت تأثیر کاربرد لاکتات‌ها نیز مشاهده گردید که لاکتات منگنز تأثیری در افزایش پتاسیم کاه و کلش نداشت. اما بیشترین مقدار افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با تیمار شاهد، مربوط به کاربرد لاکتات آهن با مقدار افزایش ۶۵/۶۷ درصد بود. لاکتات روی نیز غلظت پتاسیم را ۱۱/۹۴ درصد افزایش داد.

نسخه اولیه ویرایش نشده



شکل ۴ تأثیر عصاره ماهی و لاکتات‌های به دست آمده از آب ماست بر پتاسیم دانه و کاه – کلش، ۱) محلول پاشی آب آبیاری (شاهد)، ۲) هیدروکسید پتاسیم، ۳) عصاره ماهی استخراج شده به روش هیدروکسید پتاسیم (روش۱) ۴) اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک، ۵) عصاره ماهی استخراج شده به روش اسید سولفوریک غلیظ+اسید نیتریک (روش۲)، ۶) سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم، ۷) عصاره ماهی استخراج شده به روش سولفات پتاسیم+بیکربنات سدیم (روش۳)، ۸) آب ماست، ۹) سولفات آهن، ۱۰) لاکتات آهن، ۱۱) سولفات روی، ۱۲) لاکتات روی، ۱۳) سولفات منگنز، ۱۴) لاکتات منگنز. (بر اساس آزمون دانکن – سطح احتمال پنج درصد، حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنادار بین تیمارها است (هر یک از داده‌ها نشان دهنده میانگین سه تکرار همراه با خطای استاندارد است).

بحث

همانطور که بیان شد، محلول‌پاشی عصاره ماهی استخراج شده به روش‌های مختلف و همچنین لاکتات‌های به دست آمده از آب ماست (لاکتات‌های آهن، منگنز و روی)، موجب افزایش برخی ویژگی‌های رویشی و غلظت عناصر در گیاه گندم رقم باران گردید. تأثیر مثبت کاربرد عصاره ماهی و ضایعات لبنیات بر رشد گیاهان توسط برخی محققین گزارش شده است. به‌عنوان مثال محققین بیان کردند که کاربرد عصاره ماهی موجب افزایش عملکرد سیب‌زمینی (Illera-Vives, 2017)، افزایش رشد، ارتفاع و تعداد برگ گوجه‌فرنگی (Aranganathan and Radhika Rajasree. 2016)، افزایش طول بوته، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد گل، تعداد میوه و وزن میوه گیاه خیار (Mohammad Moneruzzaman *et al*., 2018) و افزایش عملکرد گیاه چچم (Ahuja and Løes, 2019) گردیده است. در تحقیقی مشخص گردید که کاربرد ضایعات لبنی در خاک به‌طور قابل توجهی رشد گیاه چاودار ایتالیایی[۱](*Lolium multiflorum* Lam) را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (Suárez *et al*., 2004). Sakthivel and Manivannan (2021) نیز اثر مثبت محلول‌پاشی اسید آمینه ماهی بر رشد، عملکرد و پارامترهای کیفی فلفل قرمز را گزارش کردند. محققین یکی از عوامل اثرگذار بر رشد گیاه تحت تأثیر کاربرد عصاره ماهی را به محتوای کلروفیل گیاه نسبت دادند. Mohammad Moneruzzaman *et al*., (2018) گزارش دادند که کاربرد عصاره ماهی، محتوای کلروفیل، هدایت روزنه‌ای و محتوای مواد جامد محلول (TSS) برگ، محتوای کاروتن و همچنین عملکرد فتوسنتزی گیاه خیار را افزایش داد. Xu and Mou, (2017) نیز بیان کردند که کاربرد کودهای ماهی، محتوای کلروفیل برگ، فتوسنتز و تبادل گاز را در گیاه کاهو افزایش داد. محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز از عوامل مهم اثرگذار در رشد گیاهان به شمار می‌روند، لذا، بخشی از تأثیر محلول پاشی عصاره ماهی و آب ماست می‌تواند مربوط به تأثیر این مواد بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه از قبیل محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز در گیاه باشد.

از سوی دیگر، آنالیز پودر ماهی و آب ماست (جدول۱) نشان داد که در ترکیب این مواد برخی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و برخی ریزمغذی‌ها وجود دارد. بررسی‌ها نشان داده است که کودهای تولید شده از ضایعات ماهی حاوی مقادیر

۱ Italian ryegrass

پذیرفته شده

قابل توجهی از عناصر نیتروژن، فسفر و کلسیم است که این قبیل عناصر برای رشد گیاه ضروری می‌باشند، این قبیل کودها به طور معمول حاوی عنصر گوگرد نیز می‌باشند (Ahuja *et al*, 2020). ضایعات ماهی غنی از نیتروژن، پتاسیم، فسفر و مواد معدنی کم‌مصرف است (Ghaly et al., 2013) و کودهای تولید شده از این ضایعات دارای مقادیر زیادی مواد آلی است و می‌توانند به عنوان منابعی غنی از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به شمار آیند (Lema and Degebassa, 2013). Ahuja *et al*, (2020) نیز بیان کردند که فلس‌های ماهی سرشار از عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، فسفر و کلسیم است، اما ترکیب عناصر غذایی بر اساس گونه، اندازه ماهی و استفاده از بافت‌های مختلف مانند سر، استخوان و غیره می‌تواند متفاوت باشد (Bogard et al., 2015). در فاضلاب لبنیات نیز عناصری از قبیل نیتروژن و فسفر وجود دارد که با کاربرد آنها بخش کامل یا جزئی این عناصر برای گیاه تامین می‌شود (Adrover *at al*. 2012). علاوه بر این، فاضلاب لبنیات می‌تواند حاوی عناصر دیگری از قبیل کلسیم، منیزیم و آهن باشد (Henze and Comeau, 2008). Cakmak and Yazici, (2010) گزارش دادند که ضایعات میگو و ماهی حاوی عنصر منیزیم است و همانطور که بررسی‌ها نشان داده است، منیزیم نقش اساسی در تشکیل کلروفیل و فتوسنتز داد و در برخی فرایندهای متابولیکی متعدد از قبیل فوتوفسفریلاسیون، سنتز پروتئین و انتقال فوتواسیمیلاتها و در افزایش عملکرد دانه نقش مهمی را ایفا می‌کند. Arvanitoyannis and Kassaveti, (2008) بیان کردند که ضایعات ماهی به دلیل اینکه حاوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن و فسفر است می‌تواند موجب بهبود رشد گیاه گردد. Alharbi *et al*., (2021) نیز در بررسی تأثیر کود آلی حاصل از ضایعات لبنیات بر گندم کشت شده در شرایط مزرعه‌ای در طی یک دوره دو ساله نشان دادند که کود حاصل از ضایعات لبنی، قادر به تامین نیازهای غذایی گندم به دلیل برتری قابل توجه نسبت به کود معدنی بود. نتایج نشان داد که محلوپاشی عصاره ماهی و آب ماست غلظت نیتروژن و پتاسیم را در گیاه گندم رقم باران بهبود بخشید. همانطور که بیان شد، گیاهان برای رشد بهینه نیازمند عناصر غذایی ضروری هستند. بنابراین، عامل مهم دیگر در بهبود رشد گیاه گندم تحت تأثیر محلول‌پاشی عصاره ماهی و ترکیبات حاصل از آب ماست (لاکتات‌های منگنز، روی و آهن) می‌تواند مربوط به افزایش فراهمی این عناصر برای گیاه توسط این ترکیبات باشد. در واقع، کودهای تهیه شده از ماهی (امولسیون ماهی یا پودر ماهی) یک ماده آلی و سرشار از عناصر غذایی به شکل آلی و مناسب برای تمام میوه‌ها، گیاهان، گل‌ها و سبزیجات است و از طریق روش محلول‌پاشی و یا کاربرد خاکی مورد استفاده قرار می‌گیرند (López-Mosquera, 2011).

در تحقیقی مشخص گردید که کاربرد ضایعات لبنی در خاک به‌طور قابل توجهی رشد گیاه چاودار ایتالیایی[1] (*Lolium multiflorum* Lam) را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (Suárez et al., 2004). Suryani and Bahri, (2015) نشان دادند که ضایعات لجن مایع[2] حاصل از صنایع فرآوری لبنیات برای استفاده به عنوان آب آبیاری گیاهان برنج بسیار مناسب است زیرا می‌تواند بهره‌وری محصول برنج را تا ۳۰ درصد افزایش دهد. از سوی دیگر، ضایعات لبنی غنی از کربن آلی و عناصر ضروری بوده و استفاده از فاضلاب صنایع لبنی به دلیل داشتن عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر حائز اهمیت است (Dennis and Burke, 2001). Shi et al., (2021) نیز بیان کردند که لجن حاصل از فراوری لبنیات[3] سرشار از عناصر غذایی ماکرو و میکرو مورد نیاز برای رشد گیاهان است. Alharbi *et al*., (2021) نیز گزارش دادند که کود حاصل از ضایعات لبنی، قادر به تامین نیازهای غذایی گندم به دلیل برتری قابل توجه نسبت به کود معدنی بود.

همانطور که نتایج محققین نشان داده است، مهمترین عاملی که ممکن است نقش موثر و مثبت کاربرد عصاره ماهی و ضایعات لبنیات بر رشد گیاهان را توجیه نماید، می‌تواند مربوط به عناصر موجود در ترکیب این مواد باشد. چرا که بیشتر این عناصر برای رشد و توسعه گیاهان ضروری هستند. بر اساس مطالب بیان شده، بخشی از افزایش عملکرد گندم می‌تواند مربوط به حضور عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه در ترکیبات عصاره ماهی و آب ماست باشد. زیرا، در زمان محلول پاشی، بخشی از عناصر مورد نیاز گیاه می‌تواند از این طریق برای گیاه تامین شود. ضمن اینکه، این احتمال وجود دارد که محلول‌پاشی عصاره ماهی و لاکتات‌های حاصل از آب ماست بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی دخیل در رشد گیاه اثر گذار باشند.

---

۱ Italian ryegrass
۲ liquid sludge waste
۳ dairy processing sludge

نتیجه‌گیری

رهاسازی ضایعات صنایع مختلف از قبیل صنعت شیلات و لبنیات به محیط زیست می‌تواند خطراتی را برای موجودات زنده به همراه داشته باشد. لذا، توجه به مدیریت این مواد و بررسی تأثیر کاربرد آنها در صنایع دیگر از قبیل صنعت کشاورزی می‌تواند مفید واقع شود. نتایج این تحقیق نیز نشان داد که استفاده از عصاره ضایعات ماهی و پساب تولید ماست (آب ماست) به عنوان کود آلی می‌تواند بر رشد و عملکرد گیاه گندم رقم باران تحت شرایط کشت دیم اثر مثبتی داشته باشد. به طور کلی مصرف همزمان آب و کودهای آلی حاوی عناصر غذائی ضروری به صورت محلول غذایی و محلول پاشی نسبت به تیمار شاهد و بدون تغذیه برگی باعث افزایش معنی دار عملکرد گندم دیم شده است. پیشنهاد می‌شود در این زمینه برای سایر ارقام گندم دیم و سایر مناطق اقلیمی کشور نیز مطالعاتی انجام شود.

REFERENCE

Adrover, M., Moyà, G., & Vadell, J. (2012). Effect of treated wastewater irrigation on plant growth and biological activity in three soil types. *Communications in soil science and plant analysis*, *43*(8), 1163-1180. https://doi.org/10.1080/00103624.2012.662564

Ahmad, R., Jilani, G., Arshad, M., Zahir, Z. A., & Khalid, A. (2007). Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: an overview of perspectives and prospects. *Annals of microbiology*, *57*, 471-479. https://doi.org/10.1007/BF03175343.

Ahuja, I., & Løes, A. K. (2019). *Effect of fish bones and algae fibre as fertilisers for ryegrass*. 1-64.

Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming–With status in Norway: A review. *Waste Management*, *115*, 95-112. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025.

Alharbi, S., Majrashi, A., Ghoneim, A. M., Ali, E. F., Modahish, A. S., Hassan, F. A., & Eissa, M. A. (2021). A new method to recycle dairy waste for the nutrition of wheat plants. *Agronomy*, *11*(5), 840. https://doi.org/10.3390/agronomy11050840.

Aranganathan, L., & Rajasree SR, R. (2016). Bioconversion of marine trash fish (MTF) to organic liquid fertilizer for effective solid waste management and its efficacy on Tomato growth. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, *27*(1), 93-103. https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2015-0074.

Arvanitoyannis, I. S., & Kassaveti, A. (2008). Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *International journal of food science & technology*, *43*(4), 726-745. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x.

Bogard, J. R., Thilsted, S. H., Marks, G. C., Wahab, M. A., Hossain, M. A., Jakobsen, J., & Stangoulis, J. (2015). Nutrient composition of important fish species in Bangladesh and potential contribution to recommended nutrient intakes. *Journal of Food Composition and Analysis*, *42*, 120-133. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.03.002.

Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy journal*, *54*(5), 464-465. https://doi.org/10.2134/agronj1962.00021962005400050028x.

Bremner, J. M. (1996). *Nitrogen-total*. P. 1085-1122. In Sparks, D.L. Et al., Method of soil analysis.

Brod, E., Toven, K., Haraldsen, T. K., & Krogstad, T. (2018). Unbalanced nutrient ratios in pelleted compound recycling fertilizers. *Soil use and management*, *34*(1), 18-27. https://doi.org/10.1111/sum.12407.

Burt, R. 2004. *Soil survey laboratory methods manual, soil survey investigations*, report No. 42, Version 4.0, USDA, Natural Resources Conservation Service, Lincoln, NE, USA.

Cakmak, I., & Yazici, A. M. (2010). Magnesium: a forgotten element in crop production. *Better crops*, *94*(2), 23-25.

Chapman, H. D., & Pratt, F. P. (1961). Ammonium vandate-molybdate method for determination of phosphorus. *Methods of analysis for soils, plants and water*, *1*, 184-203.

Chatterjee, R., Gajjela, S., & Thirumdasu, R. K. (2017). Recycling of organic wastes for sustainable soil health and crop growth. *International Journal of Waste Resources*, *7*(03), 296-2. https://doi.org/10.4172/2252-5211.1000296.

Dennis, A., and Burke, P.E. (2001). *Dairy Wastewater Anaerobic Digestion Handbook*. Environmental Energy Company. Hill Street. Olympia.

Diacono, M., & Montemurro, F. (2011). Long-term effects of organic amendments on soil fertility. *Sustainable agriculture volume 2*, 761-786. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0394-0_34.

Ghaly, A. E., Ramakrishnan, V. V., Brooks, M. S., Budge, S. M., & Dave, D. (2013). Fish processing wastes as a potential source of proteins. *Amino acids and oils: A critical review. J. Microbial & Biochemical Technology*, *5*(4), 107-129. http://dx.doi.org/10.4172/1948-5948.1000110.

Giannakis, G. V., Kourgialas, N. N., Paranychianakis, N. V., Nikolaidis, N. P., & Kalogerakis, N. (2014). Effects of municipal solid waste compost on soil properties and vegetables growth. *Compost science & utilization*, *22*(3), 116-131. https://doi.org/10.1080/1065657X.2014.899938.

Henze, M., Comeau, Y., (2008). *Wastewater characterization. Biological wastewater treatment: principles modelling and design*. In: Henze, M. (Ed.), Loosdrecht MCM, Ekama GA and Brdjanovic D, first ed. IWA Publishing, London, UK, pp. 33e52.

Illera-Vives, M., Seoane Labandeira, S., Iglesias Loureiro, L., & López-Mosquera, M. E. (2017). Agronomic assessment of a compost consisting of seaweed and fish waste as an organic fertilizer for organic potato crops. *Journal of Applied Phycology*, *29*, 1663-1671. https://doi.org/10.1007/s10811-017-1053-2

Ketterings, Q., Czymmek, K., Gami, S., Godwin, G., & Ganoe, K. (2017). Guidelines for land application of acid whey. *Department of Animal Science Publication Series*, *247*.

Lema, A., & Degebassa, A. (2013). Comparison of chemical fertilizer, fish offal's fertilizer and manure applied to tomato and onion. *African Journal of Agricultural Research*, *8*(3), 274-278. https://doi.org/10.5897/AJAR12.1340.

Loeppert, R. H., and Suarez, D. L. (1996). *Carbonate and gypsum*. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, *5*, 437–474.

López-Mosquera, M. E., Fernández-Lema, E., Villares, R., Corral, R., Alonso, B., & Blanco, C. (2011). Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. *Procedia Environmental Sciences*, *9*, 113-117. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.11.018.

Mohammad Moneruzzaman, K., Nornasuha, Y., Nashriyah, M., & Ellyzatul Ainah, B. (2018). Effects of fish waste effluent on the growth, yield and quality of *Cucumis sativus* L. *Journal of Agrobiotechnology*, *9*(1S), 258-267.

Olsen, S.R, and Sommers, L. (1982). *Phosphorus. Methods of soil analyses*, part 2. Chemical and microbiological properties. *Agronomy Monograph*, *9*(2), 421–422

Rostaii, M., Hassanpour Hosni, M., Esmailzad, H., Sadeghzadeh, D., Sadeghzadeh, B., Amiri, A., Eslami, R., Rezaii, R., Golkari, S., Soleimani, K., Abedi Asl, G., Rohi, E., Pashapour, H., Haghparast, R., Aghaee, M., Ahmadi, M., Daryaee, A., Afshari, F., Torabi, M., Dehghan, M., Mardokhi, V., Hoshyar, R., Dadrezaii, S., & Ata Hosseini, S. (2014). Baran a New Winter Bread Wheat Cultivar for Dryland Condition in Cold and Moderate Regions of Iran. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, *3*(4), 233-242. doi: 10.22092/rafhc.2014.106502

Sadeghi, S. H. R., Gholami, L., Homaee, M., & Khaledi Darvishan, A. (2015). Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. *Solid Earth*, *6*(2), 445-455. https://doi.org/10.5194/se-6-445-2015, 2015.

Sakthivel, B., and Manivannan, K. 2021. Effect of Foliar Application of Biostimulants on Growth, Yield and Quality Parameters of Chilli (Capsicum annuum L.). Research Journal of Agricultural Sciences. 12(2): 466-469.

Shi, W., Healy, M. G., Ashekuzzaman, S. M., Daly, K., Leahy, J. J., & Fenton, O. (2021). Dairy processing sludge and co-products: A review of present and future re-use pathways in agriculture. *Journal of Cleaner Production*, *314*, 128035. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128035.

Suárez, P. C., Seoane, S., Mosquera, E. L., Gullón, F. S., & Merino, A. (2004). Dairy industry sewage sludge as a fertilizer for an acid soil: a laboratory experiment with *Lolium multiflorum* L. *Spanish journal of agricultural research*, *2*(3), 419-427. https://doi.org/10.5424/sjar/2004023-97.

Suryani, Y., & Bahri, S. (2015). Pemanfaatan ulang efluen industri pengolahan susu sebagai air irigasi untuk tanaman padi. *Jurnal Irigasi*, *10*(2), 83-96. https://doi.org/10.31028/ji.v10.i2.83-96.

Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, *37*(1), 29-38.

Wolie, A. W., & Admassu, M. A. (2016). Effects of integrated nutrient management on rice (Oryza sativa L) yield and yield attributes, nutrient uptake and some physico-chemical properties of soil: A review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, *6*(5), 20-26.

Xia, L., Ma, Y., He, Y., & Jones, H. D. (2012). GM wheat development in China: current status and challenges to commercialization. *Journal of experimental botany*, *63*(5), 1785-1790. https://doi.org/10.1093/jxb/err342.

Xu, C., & Mou, B. (2017). Drench application of fish-derived protein hydrolysates affects lettuce growth, chlorophyll content, and gas exchange. *Horttechnology*, *27*(4), 539-543. https://doi.org/10.21273/HORTTECH03723-17.

Effect of foliar application of fish and dairy waste extract on the concentration of nitrogen, phosphorus, potassium and yield of dryland wheat cultivar

Aim

The management of waste produced in the fisheries and dairy industries is important for the production of organic fertilizers. Excessive use of chemical fertilizers can have destructive effects on the environment. Accordingly, the effect of fish waste extract and yogurt juice obtained from the dairy industry was investigated on the growth of the Baran wheat cultivar.

Material and Method

The experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in the field. The experimental treatments included foliar application of fish waste extract as well as manganese lactate (Mn-La), zinc lactate (Zn-La), and iron lactate (Fe-La). To prepare the fish extract, the fish waste was air-dried and then extracted using three methods: method (1) potassium hydroxide, method (2) nitric acid + sulfuric acid, method (3) potassium sulfate + sodium bicarbonate. To prepare the lactates, dairy waste (yogurt juice) obtained from the production of Greek yogurt was used, which usually contains 5% lactose. After heating and filtering the yogurt water, Mn-La, Zn-La, and Fe-La were prepared by separately adding Mn, Zn, and Fe sulfate to the disinfected yogurt juice solution. After cultivating dryland wheat of the Baran variety, foliar spraying of the experimental treatments was carried out in two stages of wheat plant growth: stalking and clustering, with a concentration of five per thousand.

Results

Investigation of grain yield, 1000-grain weight, dry weight of straw, as well as N, P and K concentration of grain and straw showed that foliar application of fish extract and lactates increased grain yield and dry weight of straw. The grain yield in the fish extract extracted by method 1, method 2 and method 3 was 1.3%, 7.2% and 13.9%, respectively. Also, the results demonstrated that increasing grain yield and straw dry weight were respectively in Mn-La > Fe-La > Zn-La. The experimental treatments also increased the 1000-grain weight but the difference was not statistically significant. Fish extracts and lactates foliar spraying did not have a significant effect on grain and straw P, but it was significant on the N concentration of seed and straw. The highest grain N concentration was observed in the treatment of fish extract extracted by method 1 and Mn-La. Extraction by method 3 and Fe-La and Zn-La had no effect on the amount of seed N. The concentration of straw N increased under the influence of the fish extracts and lactates. The highest increase was related to method 2, and among the lactates, the influence of Mn-La > Zn-La > Fe-La. The effect of experimental treatments on grain K concentration was not significant. On the other hand, fish extract extracted by method 1 and 2 increased the concentration of potassium in straw, and the effect of method 1 was >3. Method 2 had no effect on K concentration. Among the lactates, Mn-La had no effect on the straw potassium, but Fe-La and Zn-La increased the concentration of straw K, and the effect of Fe-La was greater.

Conclusion

The results of this research showed that the application of fish waste extract and yogurt factory effluent (yogurt juice) as organic fertilizer can improve the growth and performance of Baran wheat variety under dryland conditions. Therefore, in order to protect the environment, it is recommended to use the waste of these industries in the production of organic fertilizers to prevent them from being released into the environment and causing environmental problems.

***Key words**: chemical fertilizer, fish waste, organic fertilizer, wheat, yoghurt juice*

Author Contributions

Investigation, resources, **Sima Bighdeli;** project administration, supervision, methodology, Conceptualization, validation, funding acquisition, **Mohammad Babaakbari Sari;** data curation, funding acquisition, **Akbar Hassani;** software, writing—review and editing, writing—original draft preparation, validation, data curation, **Mehdi Tafvizi;** All authors have read and agreed to the published version of the manuscript."

Data Availability Statement

Not applicable

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the present study.

Ethical considerations

The study was approved by the Ethics Committee of the University of ABCD (Ethical code: IR.UT.RES.2024.500). The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct