

اثر زمان و مقدار مصرف عصاره جلبک دریایی با کود نیتروژن بر ویژگی های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) در منطقه حمیدیه استان خوزستان

Effect of seaweed extract application stage and rate in combination with nitrogen fertilizer on morphophysiological characteristics and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Hamidiyeh region - Khuzestan province

مهر نوش ذاکری^۱ و سید کیوان مرعشی^{۲*}

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

۲. استادیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (نگارنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۴ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2025.360349.1627

چکیده

ذاکری، م.، مرعشی، س.ک.، . اثر زمان و مقدار مصرف عصاره جلبک دریایی با کود نیتروژن بر ویژگی های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دانه
گندم (*Triticum aestivum* L.) در منطقه حمیدیه-استان خوزستان

نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۷ - شماره ۲- پیاوند ۱۴۳ پائیز ۱۴۰۳ صفحه: ۱۴-۰۱

این آزمایش با هدف کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در مزارع گندم در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، در شهرستان حمیدیه- استان خوزستان طراحی و اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و به مرحله اجرا گذاشته شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل زمان مصرف عصاره جلبک دریایی بصورت: ۱- ۱۰۰٪ در مرحله پنجه دهی، ۲- ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۵۰٪ در مرحله آبستنی و ۳- ۵۰٪ در مرحله آبستنی + ۲۵٪ در مرحله ابتدای گرده افشانی و مقادیر مختلف تلفیق عصاره جلبک دریایی و کود اوره بصورت: ۱- عدم مصرف جلبک دریایی + ۱۰۰٪ از طریق کود اوره، ۲- مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار جلبک دریایی + ۶۶٪ از طریق کود اوره، ۳- مصرف ۳ لیتر در هکتار جلبک دریایی + ۳۳٪ از طریق کود اوره و ۴- مصرف ۴/۵ لیتر در هکتار جلبک دریایی + عدم مصرف کود اوره بود. نتایج نشان داد اثر زمان مصرف جلبک دریایی و مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره بر وزن خشک کل، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و شاخص SPAD، سرعت فتوسنتز خالص و عملکرد دانه معنی دار بود، ولی اثر متقابل زمان مصرف جلبک دریایی و مقادیر تلفیق جلبک دریایی و کود اوره بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی دار نبود. بجز سرعت فتوسنتز خالص و شاخص SPAD در سایر صفات بیشترین مقدار به تیمار کاربرد جلبک دریایی به مقدار ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۵۰٪ در مرحله آبستنی و در مورد مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره بجز شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه و شاخص SPAD بیشترین مقدار صفات اندازه گیری شده به تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار جلبک دریایی + ۶۶٪ از طریق کود اوره تعلق داشت و کمترین مقدار به تیمار ۴/۵ لیتر در هکتار از طریق جلبک + عدم مصرف کود اوره اختصاص یافت. بیشترین عملکرد دانه در زمان مصرف ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۵۰٪ در مرحله آبستنی با ۴۳۹۱ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن به تیمار ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۲۵٪ در مرحله آبستنی + ۲۵٪ در مرحله ابتدای گرده افشانی با ۳۹۸۴ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. همچنین بیشترین عملکرد دانه به ۱/۵ لیتر در هکتار جلبک دریایی + ۶۶٪ کود اوره با ۵۴۴۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن به ۴/۵ لیتر در هکتار از طریق جلبک + عدم مصرف کود اوره با ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. نتایج کلی آزمایش نشان داد که محلول پاشی جلبک دریایی بصورت ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۵۰٪ در مرحله آبستنی به همراه ۶۶ درصد کود اوره ضمن تولید حداکثر عملکرد دانه می تواند به عنوان راه حل مناسب در کاهش مصرف کود شیمیایی اوره مد نظر قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آلودگی زیست محیطی، کود زیستی، کود شیمیایی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: marashi_47@yahoo.com

مقدمه

گندم مهم ترین گیاه زراعی در جهان و یکی از منابع اصلی تامین کننده نیاز غذایی بشر در بشمار می آید (Kabiri, 2023). یکی از اهداف کشاورزی پایدار برطرف کردن مشکلات جدی زیست محیطی، سلامت و ایمنی محصولات رایج کشاورزی از طریق حذف و یا جایگزینی کودهای شیمیایی با عوامل طبیعی می باشد. کودهای حاصل از منابع زنده در مقایسه با کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست محیطی فراوانی برخوردار هستند و موجب پایداری در منابع خاک، حفظ توان تولید در بلند مدت، جلوگیری از آلودگی محیط زیست و تأمین نیازهای غذایی سالم و غنی تر می گردد (Patel et al., 2024). از جمله گزینه های جایگزین کودهای شیمیایی صنعتی می توان به کودهای زیستی نظیر جلبک دریایی اشاره کرد (Vijayanand et al., 2014). امروزه استفاده از جلبک ها در صنعت، کشاورزی، مصارف دارویی و غذایی، ابعاد بسیار گسترده ای یافته به طوری که در کشورهای پیشرفته از فناوری جدیدی برای تولید و بهره برداری از جلبک ها استفاده می شود (Alboofetileh & Jeddi, 2022). وجود برخی از ترکیبات محرک رشد در جلبک ها باعث شده است تا از عصاره این جلبک ها برای تولید کودهایی استفاده شود که باعث افزایش میزان رشد و تولید گیاهان زراعی و باغی گردد. جلبک ها به دلیل دارا بودن میزان بالای مواد آلی و فیبر، نقش مهمی در اصلاح بافت خاک و حفظ رطوبت خاک دارند و از سوی دیگر به خاطر دارا بودن مواد

معدنی، هورمون ها و عناصر غذایی، اهمیت ویژه ای در رشد گیاهان دارند (Ranjekesh, 2021). گزارش شده است که جلبک ها دارای انواعی از اسیدهای چرب، آمینو اسید، پروتئین، پلی ساکارید، مونوساکارید، مواد معدنی و ویتامین ها می باشند (Moradi et al., 2019). در تحقیقی بیان شده است که عصاره جلبک دریایی در مراحل مختلف رشدی بر وزن ریشه و عملکرد دانه گندم تأثیر مطلوبی دارد (Szczepanek et al., 2018). در ارزیابی اثر عصاره جلبک دریایی در برخی عامل های رشد و جوانه زنی اظهار شده است که کاربرد ۲۵ درصد عصاره جلبک دریایی باعث افزایش وزن خشک، طول شاخه و ریشه گندم شده است (Altndal, 2019). در پژوهش دیگری در بررسی تأثیر غلظت های مختلف عصاره جلبک بر گندم نشان داد که عصاره جلبک منجر به افزایش شاخص های رشد نسبت به تیمار عدم کاربرد آن شد (Paul & Yuvaraj, 2014). این محققین بیشترین افزایش در شاخص های رشد را در شرایط کاربرد ۱۰ درصد عصاره جلبک گزارش نمودند. همچنین نشان داده است که با کاربرد ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد کود اوره، بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه، وزن خشک ساقه چه و ریشه چه بدست آمد (Ghafarizadeh et al., 2018). در بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی بر ارقام گندم بیان کردند که کاربرد ۰/۵ درصد عصاره جلبک موجب افزایش درصد جوانه زنی، ارتفاع گیاه، وزن گیاه، سطح برگ، رنگدانه های فتوسنتزی، کربوهیدرات، پروتئین

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Physical and chemical properties of soil at the experimental location

پتاسیم	فسفر	نیتروژن	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته خاک	رس	لای	شن	بافت خاک
K	P	N	O.C	E.C.	pH	Clay	Silt	Sand	Soil texture
(mg/kg)	(mg/kg)	(%)	(%)	(dS/m)		(%)	(%)	(%)	
159	13	0.039	0.52	3.6	7.4	34	48	18	لومی رسی Clay loam

دارد. بیشترین بارندگی در آذر به میزان ۶۵/۳ میلی‌متر و کمترین مقدار در اردیبهشت به میزان ۴/۱ میلی‌متر می‌باشد. قبل از شروع آزمایش و به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی نمونه برداری و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل زمان مصرف جلبک دریایی بصورت: ۱- ۱۰۰٪ در مرحله پنجه‌دهی (T_1 , 50%-2) در مرحله پنجه‌دهی + ۵۰٪ در مرحله آبستنی (T_2) و ۳- ۵۰٪ در مرحله پنجه‌دهی + ۲۵٪ در مرحله آبستنی + ۲۵٪ در مرحله ابتدای گرده افشانی (T_3) و نسبت ترکیبی عصاره جلبک دریایی و کود اوره بصورت: ۱- عدم مصرف جلبک دریایی + ۱۰۰٪ از طریق کود اوره (S_0/N_{100}), ۲- مصرف ۱/۵ لیتر در هکتار جلبک دریایی + ۶۶٪ از طریق کود اوره ($S_{1/5}/N_{66}$, 3-) مصرف ۳ لیتر در هکتار از طریق جلبک دریایی + ۳۳٪ از طریق اوره (S_3/N_{33}) و ۴- مصرف ۴/۵ لیتر در هکتار جلبک دریایی + عدم مصرف کود اوره ($S_{4/5}/N_0$) بود. کود جلبک دریایی مورد استفاده با نام پرو-آلگا بود. پرو آلگا از جلبک دریایی اسپروولینا که در واقع یک زیست توده سیانو باکتر می‌باشد تشکیل شده است. این کود از

و در نهایت افزایش عملکرد دانه شد (Kahkesh, 2018).

کاربرد کودهای شیمیایی موجب جبران کمبود عناصر خاک می‌شوند، اما استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی باعث تخریب ساختمان فیزیکی خاک، آلودگی های زیست محیطی نظیر آلودگی آب‌های سطحی، زیرزمینی و در نهایت منجر به مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و سایر موجودات میگردد (Ranjesh, 2021). براین اساس، این آزمایش با هدف کاهش مصرف کود شیمیایی و به منظور بررسی نحوه تاثیر زمان و میزان مصرف کود جلبک دریایی در تلفیق با کود شیمیایی اوره بر ویژگی‌های مرفولوژیک، فیزیولوژیک و در نهایت بر عملکرد گندم به مورد اجرا گذاشته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹، در شهرستان حمیدیه- استان خوزستان با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه، ۴۳ دقیقه و ۳۶ ثانیه طول شرقی و ۳۱ درجه، ۴۸ دقیقه و ۸ ثانیه عرض شمالی و در ارتفاع ۲۲ متری از سطح دریا اجرا شد. حمیدیه از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. متوسط دمای ماهانه طی دوره رشد (آبان الی اردیبهشت) بین ۱۲/۲ تا ۳۱ درجه سانتی‌گراد که به ترتیب به ماههای دی و اردیبهشت تعلق

60) محاسبه گردید (Sarmadnia & Kochaki, 2013):

$$CGR (g/m^2/day) = \frac{W_2 - W_1}{GA(T_2 - T_1)}$$

GA = سطح زمین W2 = وزن خشک ثانویه (گرم)

W1 = وزن خشک اولیه (گرم) T1 = نمونه برداری اول T2 = نمونه برداری دوم

$$NAR (g/m^2/day) = CGR \times \frac{(\ln LA_2 - \ln LA_1)}{(LA_2 - LA_1)}$$

ارتفاع گیاه به طور جداگانه و بطور کاملاً تصادفی در ۱۰ ساقه اندازه گیری و میانگین آنها به عنوان ارتفاع گیاه در نظر گرفته شد. شاخص نسبی کلروفیل (SPAD) در برگ پرچم با استفاده از کلروفیل متر دستی (SPAD502, Minolta, Japan) در مرحله گرده افشانی بر اساس ۱۰ بوته تعیین شد. عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه ها، در مساحتی معادل ۲ متر مربع تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

وزن خشک کل

نتایج نشان داد که اثر زمان و مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره بر وزن خشک کل در مراحل رشد آبستنی و گرده افشانی معنی دار ولی اثر متقابل بین آنها معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک کل به تیمار T₂ تعلق داشت و بین تیمار T₁ و T₃ تفاوتی از لحاظ آماری مشاهده نشد. همچنین بیشترین وزن خشک کل به تیمار S_{4/5}/N₆₆ و کمترین مقدار به تیمار S_{4/5}/

شرکت آرنا توسعه تهیه و صورت محلول پاشی برگی با استفاده از سم پاش دستی سولو مدل ۴۶۱ مورد استفاده قرار گرفت. عناصر موجود در کود عصاره جلبک دریایی مورد استفاده در جدول ۲ ارائه شد. میزان مصرف کود اوره بر اساس ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (عرف منطقه) بود که درصدی از آن با توجه به نسبت ترکیبی عصاره جلبک دریایی و کود اوره، مصرف گردید. در تمام تیمارهای مورد بررسی ۵۰٪ کود اوره بصورت پایه به هنگام کاشت و مابقی آن در اواخر پنجه دهی به صورت سرک استفاده شد. کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۹۰ کیلوگرم در هکتار و کود پتاسه از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بصورت پایه و قبل از کاشت مصرف گردید. در این تحقیق از بذر رقم مهرگان استفاده گردید. عملیات کاشت در ۱۵ آبان ماه بذور به صورت کرتی و در تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت و آبیاری های بعدی بر اساس وضعیت ظاهری گیاه به طور معمول انجام شد. آفت و یا بیماری قابل ملاحظه ای در طول دوره رشد مشاهده نشد و کنترل علف های هرز به روش دستی و بدون مصرف هرگونه علف کش انجام شد. وزن خشک کل و شاخص سطح برگ، در مراحل آبستنی و ابتدای گرده افشانی مورد بررسی قرار گرفت سپس به کمک فرمول های زیر سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت فتوسنتز خالص (NAR) بین مرحله آبستنی (ZG¹ ۴۰) تا ابتدای گرده افشانی (ZG

1 - Zadoks scale

عنوان یکی از عناصر ضروری در فرایندها و ساختمان‌های گیاهی دخالت دارد (Kanaani *et al.*, 2013). بنظر می‌رسد افزایش وزن خشک کل در شرایط مصرف توام کود اوره و جلبک دریایی به سبب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و در نهایت افزایش رشد رویشی گیاه باشد.

گیاه به عناصر غذایی، کنترل بیماری‌های خاکری، افزایش ویتامین‌ها و سایر مواد مفید برای گیاه می‌گردد که این عوامل در افزایش رشد گیاه تاثیر دارند (Mukesh *et al.*, 2013).

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد که اثر زمان مصرف کود جلبک دریایی و اثر مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره در مراحل آبستنی و گرده افشانی معنی‌دار، ولی اثر متقابل بین آنها معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین شاخص سطح برگ به تیمار T_2 و کمترین آن بترتیب به تیمارهای T_1 و T_3 اختصاص داشت. همچنین بیشترین شاخص سطح برگ به تیمار S_0/N_{100} و کمترین آن به تیمار $S_{4/5}$ اختصاص داشت (جدول ۴). بیان شده است که حدود سه چهارم نیتروژن موجود در برگ در ارتباط با فتوسنتز گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد و افزایش سطح برگ نیازمند مقدار زیادی نیتروژن به عنوان جزء اصلی سازنده آنزیم‌های فعال در فتوسنتز می‌باشد (Sinclair & Horie, 1989). براین اساس بنظر می‌رسد افزایش شاخص سطح برگ در تیمار S_0/N_{100} و T_2 به دلیل فراهم بودن نیتروژن در خصوصاً در اوائل رشد رویشی باشد. در مطالعات دیگر نیز به محدودیت سطح برگ در شرایط کمبود

جدول ۲- عناصر موجود در کود عصاره جلبک دریایی مورد استفاده

عناصر موجود در ترکیب	درصد
Elements in the composition	%
عصاره جلبک دریایی	28%
Seaweed extract	
ماده آلی	32%
Organic matter	
کربن آلی	12%
Organic carbon	
نیتروژن آلی	22%
Organic nitrogen	

N_0 اختصاص داشت (جدول ۴). در این تحقیق با افزایش مصرف عصاره جلبک دریایی، کارایی آن در تولید ماده خشک افزایش یافت. بیان شده است که تولید ماده خشک به تأمین عناصر غذایی وابسته بوده و این موضوع به ویژه در تولید ماده خشک برگ‌ها ارتباط دارد زیرا برگ‌ها در تولید مواد پرورده و توزیع مواد به اندام‌های زایشی نقش اساسی دارند (Dordas & Sioulas, 2008). در همین رابطه بیان شده است که کاربرد ۲۵ درصد عصاره جلبک دریایی در افزایش وزن خشک، طول شاخه و ریشه گندم تاثیر داشت (Altndal, 2019). ضمناً بیان شده است که تاثیر مثبت عصاره جلبک دریایی بر وزن خشک احتمالاً به علت وجود عناصر ماکرو نظیر نیتروژن و پتاسیم و عناصر میکرو نظیر آهن، روی، مس، کروم و نیکل و همچنین تنظیم کننده‌های رشد در ترکیب آن باشد (Vijayakumar *et al.*, 2018). در این آزمایش، با افزایش مقدار اوره به میزان ۶۶٪ در مقایسه با مقادیر کمتر اوره در تلفیق با جلبک دریایی در افزایش ماده خشک کل نسبت به سایر تیمارها موثرتر بود و افزایش کاربرد اوره بیشتر از ۶۶٪ تاثیری در افزایش ماده خشک کل نداشته است (جدول ۴). بیان شده است که نیتروژن به

جدول ۳- میانگین مربعات ویژگی های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دانه گندم
Table 3. Mean squares for morphophysiological characteristics and grain yield of wheat

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک کل TDW		شاخص سطح برگ LAI		سرعت رشد محصول CGR	سرعت قوتستر خالص NAR	ارتفاع بوته Plant height	غلظت نسبی کلروفیل SPAD index	عملکرد دانه Grain yield
		آبستنی Booting	گرده افشانی Anthesis	آبستنی Booting	گرده افشانی Anthesis					
تکرار Replication	2	141 ^{ns}	24 ^{ns}	0.005586 ^{ns}	0.00776 ^{ns}	0.1285 ^{ns}	0.014136*	12.677*	0.260 ^{ns}	149 ^{ns}
زمان مصرف Stage of application	2	23867**	25181**	0.089553**	0.14506**	0.0432 ^{ns}	0.012719*	84.492**	93.987**	5905**
نسبت ترکیب Rate of combination	3	329655**	386470**	0.329296**	0.34532**	5.1743**	0.102299**	326.293**	143.194**	146312**
زمان مصرف * نسبت ترکیب Stage of application * Rate of combination	6	1630 ^{ns}	1626 ^{ns}	0.002282 ^{ns}	0.00420 ^{ns}	0.0098 ^{ns}	0.000927 ^{ns}	1.929 ^{ns}	1.253 ^{ns}	237 ^{ns}
خطای آزمایش Error	22	2548	2467	0.001647	0.00288	0.0375	0.003288	3.031	0.646	789
ضریب تغییرات (%) CV (%)	-	15.48	17.84	5.31	4.5	9.19	5.99	8.01	11.84	17.01

ns, *, ** were not significant and significant at the 5% and 1% levels, respectively.

ns, *, ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد می باشد.

نیتروژن اشاره شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Soltani & Sinclair, 2012). اهمیت نیتروژن در افزایش سطح برگ بگونه ای است که در برخی مطالعات نیاز گیاهان به نیتروژن را با توجه به گسترش سطح برگ مقایسه می کنند. مطالعات دیگر نیز به افزایش شاخص سطح برگ گندم در شرایط افزایش مصرف نیتروژن اشاره نموده اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Asif et al., 2012; Ghafarizadeh et al., 2018).

سرعت رشد محصول

در این آزمایش اثر مقادیر مصرف جلبک دریایی و اوره بر سرعت رشد محصول در مراحل آبستنی و گرده افشانی معنی دار اما اثر زمان مصرف و اثر متقابل بین آنها معنی دار نگردید (جدول ۳). بیشترین سرعت رشد محصول در مرحله آبستنی و گرده افشانی مربوط به تیمار $S_{1/5}/N_{66}$ با ۸/۲۹ گرم در متر مربع در روز و کمترین سرعت رشد محصول در تیمار $S_{4/5}/N_0$ با ۶/۶۳ گرم بر متر مربع در روز بود (جدول ۴). نتایج نشان دهنده تاثیر بیشتر کاربرد توام کودهای زیستی و شیمیایی نسبت به کاربرد هر کدام از آنها به تنهایی دارد. احتمالاً عصاره جلبک دریایی از طریق تولید هورمون محرک رشد، باعث افزایش سرعت رشد شده و این افزایش با کاربرد کود نیتروژن بیشتر گردیده است (Thambiraj et al., 2012). بیان شده است که جلبک های دریایی که حاوی سیتوکینین ها و اکسین ها

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی های مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دانه گندم

Table 4. Mean comparison for morphophysiological characteristics and grain yield of wheat

تیمارها		وزن خشک کل		شاخص سطح برگ		سرعت رشد محصول		سرعت فوستر خالص		ارتفاع بوته		غلظت نسبی کلروفل		عملکرد دانه	
Treatments		(TDW) (g/m ²)		LAI		CGR (g/m ² /day)		NAR (g/m ² /day)		Plant height (cm)		SPAD index		Grain yield (kg/h)	
زمان مصرف		آبستنی		آبستنی		آبستنی		آبستنی		آبستنی		آبستنی		آبستنی	
Stage of application		Booting		Anthesis		Booting		Anthesis		Booting		Anthesis		Booting	
T ₁		900.8 ^b	1058.2 ^b	3.45 ^c	4.39 ^c	7.49 ^a	1.90 ^a	76.48 ^a	33.26 ^c	4034.74 ^b					
T ₂		960.19 ^a	1119.8 ^a	3.61 ^a	4.61 ^a	7.59 ^a	1.83 ^b	75.95 ^a	36.19 ^b	4391.07 ^a					
T ₃		872.87 ^b	1030.2 ^b	3.5 ^b	4.47 ^b	7.48 ^a	1.86 ^{ab}	71.65 ^b	38.85 ^a	3984.02 ^b					
نسبت ترکیب															
Rate of combination															
S ₀ /N ₁₀₀		1048.3 ^b	1216.5 ^b	3.71 ^a	4.68 ^a	7.99 ^b	1.89 ^b	80.69 ^a	39.81 ^a	4962.62 ^b					
S _{1/5} /N ₆₆		1097.9 ^a	1272.0 ^a	3.64 ^b	4.61 ^b	8.29 ^a	2.00 ^a	78.15 ^b	38.87 ^b	5447.81 ^a					
S ₃ /N ₃₃		793.9 ^c	944.7 ^c	3.43 ^c	4.43 ^c	7.17 ^c	1.82 ^c	72.82 ^c	34.5 ^c	3377.57 ^c					
S _{4/5} /N ₀		705.1 ^d	844.5 ^d	3.3 ^d	4.24 ^d	6.63 ^d	1.75 ^d	67.12 ^d	31.23 ^d	2758.43 ^d					

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند، بر اساس آزمون چند دانهای دانکی در سطح ۵ درصد از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر ندارند

T₁ = ۱۰۰٪ در مرحله پنجه زنی، T₂ = ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۵۰٪ در مرحله آبستنی، T₃ = ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۲۵٪ در مرحله آبستنی + ۲۵٪ در مرحله ابتدای گرده افشان. S₀/N₁₀₀ = عدم مصرف جلیک دریایی (محلول پاشی با آب مقطر) + ۱۰۰٪ از طریق کود اوره S_{1/5}/N₆₆ = ۱۰۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی + ۲۵٪ از طریق کود اوره، S₃/N₃₃ = ۳ لیتر در هکتار از طریق جلیک دریایی + ۳۳٪ از طریق کود اوره، S_{4/5}/N₀ = ۴ لیتر در هکتار از طریق جلیک + عدم مصرف کود اوره

Means with different letters are significantly different at P=0.05, using Duncan's Multiple Range Test.

T₁ = 100% at tillering stage, T₂ = 50% at booting stage + 50% at tillering stage, T₃ = 50% at tillering stage + 25% at booting stage + 25% at the beginning of anthesis stage. S₀/N₁₀₀ = No use of seaweed (spraying with distilled water) + 100% through urea fertilizer, S_{1.5}/N₆₆ = 1.5 L/ha of seaweed + 66% through urea fertilizer, S₃/N₃₃ = 3 L/ha through seaweed + 33% through urea, S_{4.5}/N₀ = 4.5 L/ha through seaweed + no urea fertilizer application

می باشند و از آنها به عنوان محرک رشد استفاده می شود (Bulgari *et al.*, 2015). محققین دیگر بیان کردند که محلول پاشی جلبک های دریایی هم برای افزایش رشد گیاه و هم تحمل در برابر تنش های محیطی مانند سرمازدگی، خشکی، شوری و برای بهبود فعالیت فتوسنتزی و بهبود عملکرد گیاه استفاده می شوند (Sharma *et al.*, 2014). محققین دیگر نیز اظهار داشتند که کاربرد جلبک دریایی باعث افزایش رشد گیاه، تعداد برگ، تحریک رشد ریشه، تسریع زمان گلدهی، افزایش تشکیل میوه، تاخیر در پیری برگ و بهبود مقاومت به تنش های محیطی از قبیل خشکی، شوری و درجه حرارت و افزایش کمیت و کیفیت میوه در محصولات کشاورزی می شود (Shokouhi Far, 2016).

سرعت فتوسنتز خالص

نتایج نشان داد که اثر زمان مصرف جلبک دریایی و اثر مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره بر سرعت فتوسنتز خالص معنی دار ولی اثر متقابل آنها معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین سرعت فتوسنتز خالص مربوط به تیمار T_1 با $1/9$ گرم بر متر مربع در روز و کمترین مقدار متعلق به تیمار T_2 با $1/83$ گرم بر متر مربع در روز بود (جدول ۴). همچنین بیشترین سرعت فتوسنتز خالص مربوط به تیمار $S_{1/5}/N_{66}$ با 2 گرم بر متر مربع در روز و کمترین آن به تیمار $S_{4/5}/N_0$ با $1/75$ گرم بر متر مربع در روز اختصاص یافت (جدول ۴). در این آزمایش، افزایش مصرف عصاره جلبک دریایی در مرحله ی پنجه دهی، نسبت به سایر تیمارها باعث توسعه سطح برگ و جذب بیش تر تشعشع شده و بهبود تولیدات

فتوسنتزی در گیاه گردید. ضمناً کاربرد جلبک دریایی توام با بیشترین میزان کود اوره تاثیر بهتری بر سرعت فتوسنتز خالص داشته است. در این خصوص بیان شده است که ریزجانداران موجود در کود های زیستی با تحریک رشد ریشه از طریق افزایش تثبیت و جذب بیشتر نیتروژن باعث افزایش ارتفاع بوته، گسترش سطح برگ و بهبود کلروفیل سازی و در نهایت منجر به استفاده بیشتر از تابش خورشیدی و افزایش تولید مواد پرورده شده اند (Farokhi & Eradatmand Asli, 2008). این محققان بیان کردند که کاربرد توام کود های زیستی به همراه نیتروژن باعث افزایش جذب دی اکسید کربن و افزایش کارایی فتوسنتز خالص ذرت گردیده است که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

در این تحقیق اثر زمان و مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره بر ارتفاع بوته معنی دار ولی اثر متقابل آنها معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین ارتفاع بوته در شرایط تیمار T_1 و T_2 برترتیب با $76/48$ و $75/95$ سانتی متر و کمترین ارتفاع بوته در شرایط تیمار T_3 با $71/65$ سانتی متر مشاهده شد. همچنین بیشترین ارتفاع بوته متعلق به تیمار S_0/N_{100} با $80/69$ سانتی متر و کمترین آن به تیمار $S_{4/5}/N_0$ با $67/12$ سانتی متر تعلق داشت (جدول ۴). بیان شده است که کاربرد کود نیتروژن، رشد رویشی را به دلیل اثر تشدید کنندگی نیتروژن در تقسیمات سلولی گیاه به خصوص ساقه افزایش می دهد (Kanaani Alvar *et al.*, 2013). براین اساس بنظر می رسد افزایش ارتفاع گیاهان در تیمار S_0/N_{100} نسبت به سایر تیمارها به

کلروفیل با نیتروژن گیاه ارتباط مستقیمی دارد. به عبارت دیگر با افزایش میزان نیتروژن، میزان کلروفیل نیز افزایش می‌یابد. بیان شده است که نیتروژن از طریق شرکت در ساختمان کلروفیل تأثیر مستقیم و قطعی بر ساخت کلروفیل دارد (Ding et al., 2005).

عملکرد دانه

نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر زمان مصرف جلبک در یابی و مقادیر تلفیق جلبک دریایی با اوره بر عملکرد دانه معنی‌دار ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه در شرایط تیمار T_2 با ۴۳۹۱ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار به تیمار T_3 و T_1 بترتیب با ۳۹۸۴ و ۴۰۳۴ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که از لحاظ آماری اختلافی نداشتند. همچنین بیشترین عملکرد دانه در شرایط تیمار $S_{1/5}/N_{66}$ با ۵۴۴۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در شرایط تیمار $S_{4/5}/N_0$ با ۲۷۵۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۴). در این تحقیق افزایش میزان عملکرد دانه در شرایط محلول‌پاشی در ۵۰٪ مرحله پنجه‌دهی + ۵۰٪ مرحله آبستنی (T_2) به دلیل تأثیر مثبتی بود که بر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و ارتفاع بوته داشت. همچنین افزایش عملکرد دانه در تیمار $S_{1/5}/N_{66}$ به علت تأثیر این تیمار بر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد بوده است که هر کدام به نوبه‌ای بر افزایش میزان عملکرد دانه تأثیر داشته‌اند. برخی از محققین عقیده دارند که مصرف نیتروژن به دلیل افزایش کارایی فتوسنتز در واحد سطح منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود (Cheema et al., 2001).

دلیل فراهمی بیشتر نیتروژن باشد و یا همین‌طور در تیمار T_1 و T_2 نسبت به تیمار T_3 که مقادیر بیشتری از نیتروژن در مراحل اولیه رشد بکار رفته است. در تحقیقی دیگر بیشترین ارتفاع گندم را در شرایط بیشترین مقدار مصرف کود نیتروژن مشاهده کرد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Mirzakhani, 2019). همچنین بیشترین ارتفاع بوته جو در شرایط کاربرد محلول‌پاشی جلبک دریایی در زمان پنجه‌زنی مشاهده شد (Golestani Zadeh, 2018) که با نتایج حاصل از این آزمایش در شرایط اعمال تیمارهای T_1 و T_2 همخوانی داشت.

شاخص نسبی کلروفیل (SPAD)

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان و مقادیر تلفیق جلبک دریایی و اوره بر شاخص SPAD معنی‌دار بود. این در حالی بود که اثر متقابل بین آنها معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین شاخص SPAD در شرایط تیمار T_3 با ۳۸/۸۵ و کمترین آن در شرایط تیمار T_1 با ۳۳/۲۶ مشاهده شد (جدول ۴). همچنین بیشترین شاخص SPAD مربوط به تیمار S_0/N_{100} با ۳۹/۸۱ و کمترین آن متعلق به تیمار $S_{4/5}/N_0$ با ۳۱/۲۳ حاصل شد (جدول ۴). محققین اظهار کرده‌اند که میزان کلروفیل و نیتروژن گیاهان ارتباط نزدیکی به هم دارند و با سنجش میزان کلروفیل می‌توان وضعیت نیتروژن را در گیاه ارزیابی کرد (Le Bail et al., 2005). براین اساس علت کمی شاخص SPAD در تیمار T_1 نسبت به T_3 و یا تیمار S_0/N_{100} نسبت به تیمار $S_{4/5}/N_0$ را می‌توان به کمی مقدار نیتروژن و تأثیر آن در کلروفیل سازی نسبت داد. مطالعات نشان می‌دهد که مقدار

شیمیایی به میزان ۳۴ درصد موثر می باشد که علاوه بر کاهش هزینه های تولید در کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف کود اوره موثر و می تواند در اراضی زیر کشت گندم پیشنهاد گردد.

تشکر و قدردانی

از اعضاء دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز اعم از آموزشی و غیرآموزشی برای کمک های مستقیم و غیرمستقیم صمیمانه تشکر می کنم.

پژوهشگران دیگر بیان کرده اند که کود نیتروژن در افزایش رشد رویشی و زایشی از طریق افزایش بقای گل های بارور و افزایش ترکیبات فتوسنتزی تاثیر دارد (Rabiee *et al.*, 2012). در خصوص کاربرد جلبک دریایی گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی موجب افزایش ۲۱ درصدی عملکرد دانه در گندم شد (Rafie *et al.*, 2021). بیان شده است که عصاره جلبک دریایی در افزایش تحرک سیتوکنین ها از ریشه به اندام های زایشی و افزایش سنتز سیتوکنین ها نقش دارد. این افزایش موجب شروع گلدهی و افزایش عملکرد می شود (Vijayanand *et al.*, 2014). همچنین بیان شده است که مصرف کودهای زیستی در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک، اکسین ها و جیبرلین ها را افزایش میدهد که این ترکیبات در بهبود رشد ریشه و در نتیجه افزایش جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد موثر می باشند (Ahmad *et al.*, 2008).

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد ۱/۵ لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی به همراه ۶۶ درصد کود اوره باعث بهبود ویژگی های مورفوفیزیولوژیکی و منجر به افزایش عملکرد دانه گندم شد. در این تحقیق بهترین نتیجه از لحاظ صفات مورد بررسی در شرایط کاربرد عصاره جلبک دریایی به میزان ۵۰٪ در مرحله پنجه دهی و ۵۰٪ در مرحله آبستنی حاصل شد. بطور کلی مصرف کود شیمیایی اوره توام با جلبک دریایی ضمن افزایش عملکرد دانه در کاهش مصرف کود

References

- Ahmad, F., Ahmad, I., and Khan, M.S. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*, 163, 173- 181.
- Alboofetileh, M., and Jeddi, S. 2022. A review on commercialized algae products and their application in different industries. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 11(3), 85-108.
- Altnadal, D. 2019. Effects of seaweed extract (SE) applications on seed germination characteristics of wheat in salinity condition. *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences*, 3(1), 115-120.
- Asif, M., Maqsood, M., Ali, A., Hassan, S.W., Hussain, A., Ahmad, S.H., and Arshid Javed, M. 2012. Growth, yield components and harvest index of wheat (*Triticum aestivum* L.) affected different irrigation regimes and nitrogen management strategy. *Science International (Lahore)*, 24, 215-218.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A. 2015. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture and Horticulture*, 31, 1– 17.
- Cheema, M.A., Malik, M.A., Hussain, A., Shah, S.H., and Basra, A.M. 2001. Effects of time and rate of nitrogen and phosphorous application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 86, 103-110.
- Ding, L., Wang, K.J., Jiang, G.M., Li, L.F. and Li, Y.H. 2005. Effects of nitrogen deficiency on photosynthetic traits of maize hybrids released in different years. *Annals of Botany*, 96, 925–930.
- Dordas, C., and Sioulas, S. 2008. Sunflower yield, chlorophyll content, photosynthesis and water efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. *Crop Production*, 27, 78-85.
- Kabiri, A., Zaefaian, F., Omrani, A., and Abassian, A. 2023. Evaluation of yield and yield components in promising wheat lines using multivariate statistical methods. *Journal of Crop Breeding*, 15(45), 135-148. (In Persian with English Summary)
- Farokhi, Gh., and Eradatmand Asli, D. 2008. Effects of pyridoxine and different levels of nitrogen on yield and yield components in corn (*Zea Mays* L. Var. SC 704). *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 4(1), 5-16. (In Persian with English Summary)
- Ghafarizadeh, A., Seyed Nezhad, S. M., and Gilani, A. 2018. Studies on the effect of seaweed liquid

- fertilizer (*Nizamuddinina zanardinii*) in different levels of urea on some growth parameters and antioxidant activity of seedlings *Triticum aestivum* cv. 'Chamran 2'. *Journal of Applied Biology*, 31(1), 207-227. (In Persian with English Summary).
- Golestani Zadeh, J. 2018. Effect of foliar application of algae on yield and yield components of barley in salinity stress conditions. Master Thesis. Faculty of Agriculture and Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran. (In Persian with English Summary).
- Kahkesh, M. 2018. Comparison of yield in 3 wheat cultivars (Chamran-2 cultivar, Karkheh cultivar and Triticale cultivar) in response to foliar application of algal liquid fertilizer. Master Thesis, Lorestan University (In Persian with English Summary).
- Kanaani Alvar, A., Raei, Y., Zehtab Salmasi, S., and Nasrollahzadeh, S. 2013. Study the effects of biological and nitrogen fertilizers on yield and some morphological traits of two spring barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties under rainfed conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(1), 19-29. (In Persian with English Summary).
- Le Bail, M., Jeuffroy, M.H., Bouchard, C., and Barbottin, A. 2005. Is it possible to forecast the grain quality and yield of different varieties of winter wheat from Minolta SPAD meter measurements? *European Journal of Agronomy*, 23, 379-391.
- Metwali, M.R., Ehab-Manal, H., Tarek, E., Bayoumi, Y. 2010. Agronomical traits and biochemical genetic markers associated with salt tolerance in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 174-183.
- Mirzakhani, M. 2019. Response of nitrogen use efficiency and agronomic characteristics of winter wheat to rate, time and method of nitrogen application. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(2), 77-87.
- Moradi, F., Najafi, S., and Esmaeilzadeh Bahabadi, S. 2019. The effect of green algae (*Ulva fasciata* L.) extract on growth and physiological parameters of *sesamum indicum*. *Journal of Plant Process and Function*, 8(33), 1-14.
- Mukesh, T.S., Sudhakar, T.Z., Doongar, R.C., Karuppanan, E., and Jitendra, C. 2013. Seaweed sap as alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat. *Journal of Plant Nutrition*. 36, 192-200.
- Paul, J., and Yuvaraj, P. 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Colpomenia sinuosa* (Mert. ex Roth) Derbes & Solier (Brown Seaweed) on *Vigna radiata* (L.). *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 2(3), 177-184.

- Patel, M., Raj, A., Devi, M., and Pandey, R. 2024. Manures, Chemical fertilizers, Bio-Fertilizers. In book: Soil Fertility Management: A comprehensive approach, Taneesha press, pp.142-159.
- Rabiee, M., Kavooosi, M., and Tousi Kehal, P. 2012. Effect of nitrogen fertilizer levels and their application time on yield and some agronomic traits of rapeseed (cv. Hyola 401) in Winter Cultivation in Guilan. *Journal of Water and Soil Science*, 15(58), 199-212. (In Persian with English Summary).
- Rafie, M.R., Sohi, M., and Javadzadeh, M. 2021. Evaluation the effect of amini acid, fulvic acid and seaweed extract application in normal and drought stress conditions on quantitative and qualitative characteristics of wheat in Behbahan region. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 14(1), 131-141. (In Persian with English Summary).
- Ranjkish, N. 2021. An overview of the importance of sustainable agricultural development in order to protect the environment. *Iranian Journal of Plant and Biotechnology*, 2, 49-56. (In Persian with English Summary).
- Sarmadnia, G., and Kochaki, A. 2013. Crop Physiology. Mashhad University Press. 424 p. (In Persian).
- Sharma, H.S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J.R., and Martin, T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26, 465–490.
- Shokouhi Far, Y. 2016. Application of algae in agriculture. Second International Conference on Sustainable Development, Solutions and Challenges Focusing on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, Iran (Tabriz), 2325 Feb: 3-4. (In Persian with English Summary).
- Sinclair, T.R., and Horie, T. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Science*, 29, 90–98.
- Soltani, A., and Sinclair, T.R. 2012. Modeling physiology of crop development, growth and yield. CAB International.
- Szczepanek, M., Wszelaczynska, E., and Poberezny, J. 2018. Effect of seaweed biostimulant application in spring wheat. *AgroLife Scientific Journal*, 7, 136-131.
- Thambiraj, J., Lingakumar, K., and Paulsamy, S. 2012. Effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) prepared from *Sargassum wightii* and *Hypnea musciformis* on the growth and biochemical

constituents of the pulse, *Cyamopsis tetragonoloba* (L.). *Journal of Agricultural Research*, 1(1), 65-70.

Vijayakumar, S., Durgadevi, S., Arulmozhi, P., Rajalakshmi, S., Gopalakrishnan, T., and Parameswari, N. 2018. Effect of seaweed liquid fertilizer on yield and quality of *Capsicum annum* L. *Acta Ecologica Sinica*, In press.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. *Weed Research*, 14, 415- 421.

Effect of seaweed extract application stage and rate in combination with nitrogen fertilizer on morphophysiological characteristics and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Hamidiyeh region - Khuzestan province

Mehrnosh Zakeri¹, Seyed Keyvan Marashi^{2*}

1. M.S. of Agronomy, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. .
2. Assistant Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran..
(Corresponding author)

Received: October 2022 Accepted: November 2025- DOI: 10.22092/aj.2025.360349.1627

Extended Abstract

Zakeri, M., Marashi, s.k., Effect of seaweed extract application stage and rate in combination with nitrogen fertilizer on morphophysiological characteristics and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the Hamidiyeh region - Khuzestan province

Applied Research in Field Crops Vol 37, No.2, 2024, 1-3: 1-14(in Persian)

Introduction

One of the goals of sustainable agriculture is to solve serious environmental problems and improve health and safety of common agricultural products by reducing or replacing chemical fertilizers with natural alternatives. In recent years, the use of seaweed in industry, agriculture, medicine and food production, has become so widespread that in advanced countries, new technologies are employed to produce and exploit seaweed. Therefore, this experiment was performed with the aim of reducing the use of chemical fertilizers and to investigate the effect of stage and rate of seaweed fertilizer application in combination with urea chemical fertilizer on morphological and physiological characteristics of wheat, as well as its final grain yield.

Materials & Methods

This experiment was conducted during the 2020-2021 cropping season in Hamidieh, Khuzestan province. A factorial experiment was arranged in a randomized complete blocks design with three replications. The studied factors

Email address of the corresponding author: marashi_47@yahoo.com

included: Seaweed extract application stage: 1. 100% applied at tillering stage, 2. 50% at tillering + 50% at booting, 3. 50% at tillering + 25% at booting+ 25% at the beginning of anthesis stage. Different rates of combination of seaweed and urea fertilizer were applied as follows: No seaweed + 100% urea, 1.5 L/ha seaweed + 66% urea, 3 L/ha seaweed + 33% urea and 4.5 L/ha seaweed + no urea. The seaweed extract, provided by Arena Toseh Company, was applied as a foliar spray. Urea fertilizer was applied at a rate of 300 kg/ha (equivalent to 138 kg/ha of pure nitrogen). Total dry weight and leaf area index were measured at the booting and the beginning of anthesis stages. Grain yield was determined from a 2m² plot area after removing border effects. Data were analyzed using SPSS statistical software, treatment means were compared by Duncan's multiple range test at the 5% significance level.

Results & Discussion

The results revealed significant effects of both the application stage and the rate of seaweed and urea combination on total dry weight, leaf area index, plant height, SPAD index, net assimilation rate and grain yield. However, the interaction between the seaweed application stage and fertilizer combination was not significant for any of the measured traits. With the exception of net assimilation rate and SPAD index, the highest values for most traits were observed when the seaweed was applied at a rate of 50% during the tillering stage and 50% during the booting stage. Regarding the combination of the seaweed, the highest values excluding leaf area index, plant height and SPAD index, were recorded in the treatment with 1.5 L/ha of seaweed + 66% urea fertilizer. Conversely, the lowest values were associated with the treatment receiving 4.5 L/ha seaweed + no urea fertilizer application. The highest grain yield (4391 kg/ha) was obtained from the 50% tillering stage + 50% booting stage application, while the lowest yield (3984 kg/ha) was recorded under the 50% tillering stage + 25% booting stage + 25% anthesis stage treatment. The highest grain yield (5447 kg/ha) was achieved with 1.5 L/ha of seaweed + 66% urea fertilizer, whereas the lowest yield (2758 kg/ha) was observed with 4.5 L/ha of seaweed + no urea fertilizer application.

Conclusion

In general, the results of the experiment showed that 50% foliar application of seaweed at the tillering stage + 50% at the booting stage, combined with 66% urea fertilizer produced the highest grain yield and can be considered as an effective strategy to reduce the consumption of urea chemical fertilizer.

Acknowledgements

I express my sincere thanks to all the faculty members of agronomy Faculty including the teaching and non-teaching staff members for their direct and indirect help rendered from time to time.

Keywords

Bio-fertilizer, Chemical fertilizer, Environmental pollution

References

- Alboofetileh, M., and Jeddi, S. 2022. A review on commercialized algae products and their application in different industries. *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics*, 11(3), 85-108.
- Kabiri, A., Zaefaian, F., Omrani, A., and Abassian, A. 2023. Evaluation of yield and yield components in promising wheat lines using multivariate statistical methods. *Journal of Crop Breeding*, 15(45), 135-148. (In Persian with English Summary)
- Patel, M., Raj, A., Devi, M., and Pandey, R. 2024. Manures, chemical fertilizers, bio-fertilizers. In book: Soil fertility managment: A comprehensive approach, Taneesha press, pp.142-159.