نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال یازدهم، شماره ۴۱، بهار ۱۳۹۵ / صفحات: ۲۵-۱۳

اثر افشانه برگی عصاره آبی جلبک قهوه‌ای (*Nizamuddinia zanardinii*) در سطوح مختلف نیتروژن بر برخی صفات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد گندم

آذین غفاری‌زاده*[۱]، سیدمنصور سیدنژاد[۱]، عبدالعلی گیلانی[۲]

[۱]گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

[۲]بخش اصلاح و تهیه بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹٤/۱۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۳

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی اثر افشانه برگی عصاره آبی جلبک قهوه‌ای (*Nizamuddinia zanardinii*) در سطوح مختلف نیتروژن بر برخی صفات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد گندم رقم چمران۲ انجام شد. تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در پنج سطح عصاره آبی جلبک قهوه‌ای (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) و سه سطح نیتروژن (۰، ۳٤/۵ و ٦۹ کیلوگرم در هکتار) به اجرا درآمد. میزان سطح برگ، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول، پروتئین و پرولین در مرحله گیاهچه‌ای و ارتفاع بوته، طول سنبله و شاخص برداشت کل گیاه در مرحله رسیدگی کامل سنجش شد. نتایج نشان داد کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای منجر به افزایش معنی‌دار در میزان صفات رشد مورد بررسی نسبت به شاهد شد. غلظت ۱۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین میزان سطح برگ، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات، پروتئین، ارتفاع بوته، طول سنبله و شاخص برداشت کل را حاصل کرد. بیشترین میزان پرولین در غلظت ۲۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده استفاده از غلظت ۱۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب حصول حداکثر کیفیت و عملکرد گندم شد.

واژه‌های کلیدی: افشانه برگی، رشد سطح برگ، عصاره جلبک قهوه‌ای، عملکرد گندم، نیتروژن

مقدمه

امروزه مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی موجب تشدید بعضی از کمبودها، کاهش حاصلخیزی خاک، افت کیفیت محصولات زراعی و باغی و مسائل زیست‌محیطی مرتبط با مصارف غیراصولی این کودها گردیده است. برای استفاده بهتر از زمین‌های زراعی لازم است نسبت به ظرفیت ژنتیکی ارقام در شرایط خاص منطقه‌ای شناخت پیدا کرد و با استفاده از اصول علمی از حداکثر ظرفیت ارقام استفاده نمود .یکی از مهمترین اصول علمی برای رسیدن به حداکثر ظرفیت ژنتیکی ارقام، تغذیه متعادل گیاه با کود است (Rahimi, 2009). معمول‌ترین کود نیتروژنه موجود برای کشت گندم، کود اوره حاوی ٤٦ درصد نیتروژن خالص است. زمان مصرف کود به عوامل متعددی مانند قدرت تحریک‌پذیری کود، روش مصرف کود، خصوصیات خاک و شرایط اقلیمی منطقه بستگی دارد. بیشترین نیاز گندم به کود نیتروژن در مراحل اولیه رشد است، به عبارت دیگر حدود ۵۰ درصد نیتروژن مورد نیاز این گیاه تا مرحله پنجه‌دهی

*نویسنده مسئول: azin.ghafar@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف می‌گردد، بنابراین با مصرف بهینه کود نیتروژن در پائیز، تعداد پنجه بیشتر و قوی‌تری حاصل می‌گردد و این امر اثر مثبتی در بالا بردن عملکرد دانه دارد (Faizi Asli and Valizadeh, 2003). در حال حاضر مصرف بیش از اندازه نیتروژن، موجب بر هم خوردن نسبت کربن به نیتروژن شده و در نتیجه مواد آلی موجود در خاک‌های زراعی به دلیل افزایش ناگهانی جمعیت میکروارگانیسم‌های مصرف‌کننده کربن، منهدم گردیده است (Yazdani et al., 2010). معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آن‌ها باعث شد که تولید کودهایی با منشأ زیستی مورد توجه جدی قرار گیرد، این‌گونه کودها در مقایسه با کودهای شیمیایی از منافع اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی برخوردارند. امروزه اهمیت کود با منشأ زیستی نه فقط به خاطر تأمین نیازهای گیاه، بلکه از آن جهت که کاربرد آن‌ها به محیط‌زیست آسیب نمی‌رسانند و به بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و در نتیجه سلامت مصرف‌کنندگان کمک می‌کنند، از توجه ویژه‌ای برخوردارند (Latique and Candidate, 2013). در سال‌های اخیر استفاده از جلبک‌های دریایی به‌جای کود شیمیایی رواج پیدا کرده است. مهم‌ترین علت استفاده از جلبک‌ها به عنوان کود توانایی بالای آن‌ها در جذب آب و نگهداری آن است. این ویژگی به واسطه داشتن درصد بالای ترکیبات پلیمری است که قادرند مولکول‌های آب را جذب نموده و به حالت ژله‌ای درآیند، هم‌چنین درصد بالای املاح و ترکیبات معدنی موجود در جلبک‌ها که نیاز گیاهان به املاح را تأمین می‌کنند، ویژگی مهم دیگری است که در حاصل‌خیزی خاک نقش بسزایی دارد. ثابت شده است که عصاره جلبک دریایی زمانی که به خاک افزوده می‌شود و یا زمانی که به صورت افشانه‌برگی در بسیاری از گیاهان مانند غلات، حبوبات، گیاهان دارویی و درختان میوه مورد استفاده قرار می‌گیرد، موجب بهبود عملکرد محصول می‌گردد (Zodape, 2001). مطالعات انجام شده توسط Zodape و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که کاربرد افشانه‌برگی عصاره جلبک قرمز *Kappaphycus alvarezii* باعث افزایش کیفیت و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) نسبت به شاهد گردید. افشانه‌برگی به عنوان یک مکمل برای کوددهی و تکنیکی مؤثر جهت ارتقای رشد گیاه و توان گیاهان زراعی به‌وسیله جذب سریع و سرعت بخشیدن به انتقال عناصر جذب شده از برگ‌ها به قسمت‌های مختلف گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مزیت‌های جالب افشانه‌برگی افزایش جذب عناصر از خاک، به‌دلیل افزایش قندها و ترشحات در ریشه است. در نتیجه جمعیت میکروبی مفید در محیط ریشه با افزایش این ترشحات تحریک می‌شوند و موجب افزایش دسترسی بیشتر به عناصر، مواد سرکوب کننده بیماری‌ها، ویتامین‌ها و سایر مواد مفید برای گیاه می‌گردد (Kord Firouzjai et al., 2012). با توجه به مشاهدات Selvam و Sivakumar (۲۰۱٤) میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول و پروتئین‌های سیتوپلاسمی گیاه بادام زمینی تیمار شده با افشانه‌برگی عصاره جلبک قرمز *Hypnea musciformis* نسبت به شاهد افزایش یافت. هم‌چنین مطالعات انجام شده توسط Vijayanand و همکاران (۲۰۱٤) نشان داد که کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای *Sargassum wightii* به صورت افشانه‌برگی موجب افزایش میزان سطح برگ، رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول، پروتئین‌های سیتوپلاسمی و عملکرد گیاه *Cluster bean* شد.

طبق مطالعات گوناگون، کاربرد افشانه‌برگی عصاره جلبک‌های دریایی می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت و عملکرد بسیاری از گیاهان داشته باشند (Khan et al., 2009; Selvam and Sivakumar,

Archive of SID

www.SID.ir

2013). از این‌رو، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر افشانه‌برگی عصاره آبی جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* در سطوح مختلف نیتروژن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد گندم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ۲۸ درجه شرقی و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به‌صورت کشت گلدانی در محیط باز انجام شد. محل آزمایش از نظر آب و هوا و طبقه‌بندی اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. در این تحقیق از جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* که از منطقه ساحلی چابهار (۲۵° ۱۷_ N) و (٦۰° ۳۷_ E) جمع‌آوری شده بود، استفاده گردید. جلبک مورد استفاده به‌منظور رفع ناخالصی‌ها با آب دریا و بعد با آب شیرین شستشو داده شد، سپس به‌مدت ۱۰ روز در هوای آزاد خشک گردید و به شکل پودر یکنواخت درآمد. برای تهیه عصاره جلبکی ۵۰ گرم از پودر جلبک با ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به‌مدت ٦۰ دقیقه جوشانیده شد و پس از عبور از صافی عصاره حاصل به‌عنوان ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد (Ramarajan et al., 2012). برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عصاره جلبک قهوه‌ای در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عصاره جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii*

رنگ	pH	نیترات (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	منگنز (ppm)
قهوه‌ای	۷/۲	۱۲/۸٦	۳/۲	٦۲/۳	۹۵	٦	٤	۱۰

تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح عصاره آبی جلبک قهوه‌ای (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) و سه سطح ۰، ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول نیتروژن از منبع کود اوره ٤٦ درصد (به‌ترتیب معادل ۰، ۳٤/۵ و ٦۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص) بود. براساس آزمون خاک (جدول ۲) و توصیه کودی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (معادل ۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) در نظر گرفته شد.

جدول ۲: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	pH	Ec	N(٪)	P(ppm)	K(ppm)	عناصر میکرو قابل جذب (ppm)				بافت خاک
						Cu	Zn	Mn	Fe	
۰-۳۰	۷/۲	۳/۱	۰/۰۸	۱۰	۳٦۰	۲/۸	۲/۸	۳/۲	۱۵/۷	رسی- لومی

با توجه به این‌که سطح گلدان‌ها حدود ۰/۰۷ مترمربع بود، در تیمارهایی که از ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره استفاده شد، به‌ترتیب به هر گلدان در مرحله پنجه‌زنی به‌صورت سرک ۰/۵ و ۱ گرم کود اوره (به‌ترتیب معادل ۰/۲٤ و ۰/٤۸ گرم نیتروژن خالص) داده شد. آبیاری طبق عرف منطقه

Archive of SID

www.SID.ir

انجام شد. عصاره آبی جلبک قهوه‌ای به صورت افشانه‌برگی طی سه مرحله: ابتدای مرحله پنجه‌زنی، ابتدای مرحله گیاهچه‌ای و مرحله سنبله‌رفتن اعمال گشت. در هر گلدان به‌طور متوسط ۲۵ عدد بذر گندم رقم چمران ۲ در آذرماه ۱۳۹۳ کاشته شد و گیاهان طی دو مرحله گیاهچه‌ای (بهمن‌ماه ۱۳۹۳) و رسیدگی کامل (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹٤) برداشت شدند. میزان سطح برگ، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول، پروتئین و پرولین در مرحله گیاهچه‌ای محاسبه شد و میزان ارتفاع بوته، طول سنبله و شاخص برداشت کل گیاه در مرحله رسیدگی کامل سنجش شد.

برای تعیین شاخص برداشت کل، عملکرد دانه گلدان بر وزن بوته‌های آن گلدان تقسیم و سپس در ۱۰۰ ضرب شد. ارتفاع بوته از سطح خاک تا نوک سنبله بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. مساحت سطح برگ نمونه‌ها توسط دستگاه Leaf area meter (DELTA-T DEVICES) ساخت انگلستان و نرم‌افزار Windias بر حسب میلی‌مترمربع تعیین گردید.

سنجش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی: جهت سنجش میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی بر اساس روش پیشنهادی Lichtenthaler (۱۹۸۷)، ابتدا ۰/۲ گرم ماده تر گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در هاون‌چینی واقع شده بر روی یخ تا رسیدن به یک مخلوط همگن ساییده شد. سپس حجم مخلوط حاصل با استون ۸۰ درصد به ۱۵ میلی‌لیتر رسانیده شد. آن‌گاه به مدت ۲۰ دقیقه در ٤۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS WPA (Biowave) iochrom ساخت انگلستان در طول موج‌های ٦٤٦/۸ و ٦٦۳/۲ نانومتر خوانده شد. در نهایت با استفاده از فرمول مربوطه میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی بر حسب میلی‌گرم در یک گرم وزن تر محاسبه گردید.

سنجش میزان کربوهیدرات محلول: محتوی کربوهیدرات محلول براساس روش فنل-اسیدسولفوریک سنجش شد. بدین منظور ۰/۱ گرم بافت خشک شده گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد در لوله آزمایش ریخته شد، لوله‌ها به مدت یک دقیقه ورتکس شده و پس از آن به مدت ۱۵ دقیقه در ٤۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و روشناورهای حاصل جدا گردید (این عمل سه بار دیگر تکرار شد). سپس عصاره‌های بدست آمده به منظور ایجاد شفافیت هر چه بیشتر از کاغذ صافی واتمن شماره یک عبور داده شدند. فاز مایع ایجاد شده در آون قرار داده شد تا اتانول آن تبخیر شود. دو میلی‌لیتر عصاره بدست آمده که با نسبت ۱:۲۰ رقیق شده بود، با یک میلی‌لیتر محلول فنل پنج درصد به لوله آزمایش اضافه شد. لوله‌ها به شدت تکان داده شدند تا کف کنند. بلافاصله پنج میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ ۹۸ درصد به هر نمونه اضافه شد. پس از گذشت مدت زمان ٤۵ دقیقه میزان جذب محلول‌ها با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ٤۸۵ نانومتر خوانده شد. غلظت کربوهیدرات محلول با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد ابتدا بر حسب میلی‌گرم در لیتر تعیین و سپس بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک نمونه گیاهی محاسبه گردید (Dubios et al., 1956).

سنجش میزان پروتئین‌های سیتوپلاسمی: برای سنجش میزان پروتئین‌های سیتوپلاسمی، یک گرم از نمونه تر گیاه با کمک پنج میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار (pH=۷/٤) در هاون چینی بر روی یخ تا ایجاد یک مخلوط همگن ساییده شد. عصاره‌های پروتئینی حاصل به میکروتیوپ‌های مخصوص سانتریفیوژ منتقل و با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال‌دار در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و با سرعت rpm ۱۵۰۰۰به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از پایان سانتریفیوژ محلول رویی در

Archive of SID

www.SID.ir

میکروتیوپ‌های علامت‌گذاری شده، توزیع و در فریزر در دمای ۲۲- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سنجش میزان پروتئین به روش لوری اصلاح شده (Lowry et al., 1951) انجام شد. در نهایت با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد، غلظت پروتئین هر نمونه بر حسب میلی‌گرم در لیتر و سپس در یک گرم وزن تر بافت گیاهی محاسبه شد.

سنجش میزان پرولین: جهت سنجش میزان پرولین براساس روش Bates و همکاران (۱۹۷۵)، ۰/۵ گرم ماده‌تر گیاهی با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوسالیسیلیک سه درصد درون هاون‌چینی بر روی یخ تا رسیدن به یک مخلوط همگن ساییده شد و بعد از ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ با دور ۴۰۰۰ در دقیقه، دو میلی‌لیتر از عصاره بدست آمده را برداشته، دو میلی‌لیتر معرف ناین‌هیدرین و دو میلی‌لیتر اسیداستیک‌گلایسیال به آن اضافه کرده، نمونه‌ها یک ساعت در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن به حمام یخ منتقل شده تا واکنش خاتمه یابد. چهار میلی‌لیتر تولوئن به لوله‌های آزمایش اضافه کرده و ۳۰ ثانیه ورتکس شدند تا دو فاز تشکیل گردد. از فاز صورتی رنگ بالایی برای قرائت در طول موج ۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر UV-VIS استفاده گردید و در نهایت مقدار پرولین بر اساس میکرومول در گرم وزن تر نمونه گیاهی محاسبه گردید.

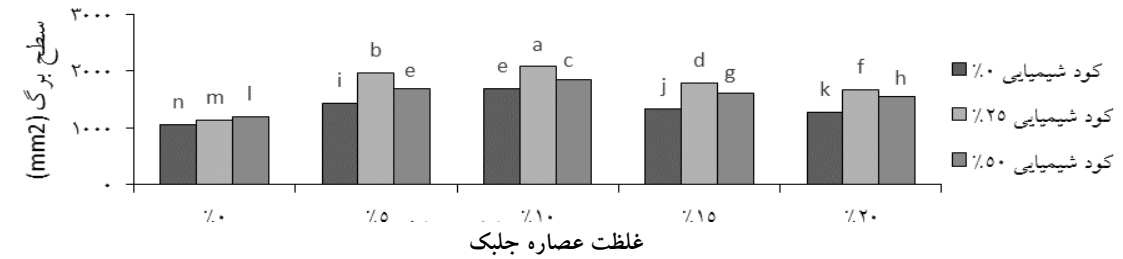
داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در دو سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد و جهت رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

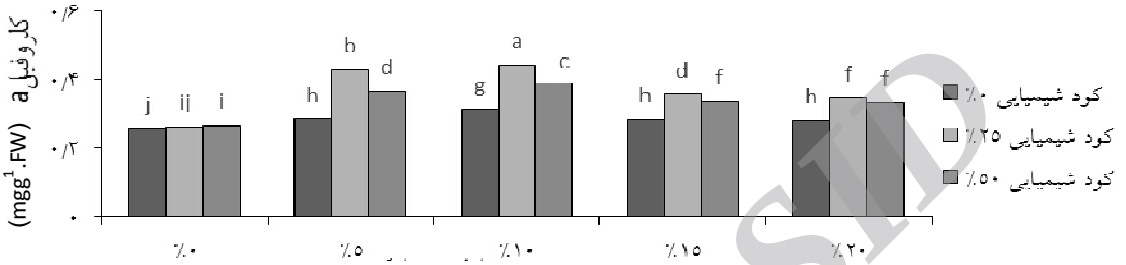
اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان سطح برگ، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول و پروتئین گیاه گندم: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* و نیتروژن بر میزان سطح برگ، محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول و پروتئین اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود نیتروژن نشان داد بیشترین میزان سطح برگ (۲۰۷۹ میلی‌متر مربع)، محتوای کلروفیل a (۰/٤٤٢٣ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کلروفیل b (۰/٤٦٧٧ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کلروفیل کل (۰/۷۳۰۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کربوهیدرات محلول (۸۲/۸۵ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و پروتئین (۷۱/۵۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد عصاره آبی جلبک به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین میزان سطح برگ (۱۲۷٤ میلی‌متر مربع)، محتوای کلروفیل a (۰/۲۸۱۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کلروفیل b (۰/۱۸٦ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)، کلروفیل کل (۰/٤۷۸۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر)، کربوهیدرات محلول (۳۸/۰٦ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) و پروتئین (۵۳/۰۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۲۰ درصد عصاره آبی جلبک دریایی بود (شکل ٦-۱).

Archive of SID

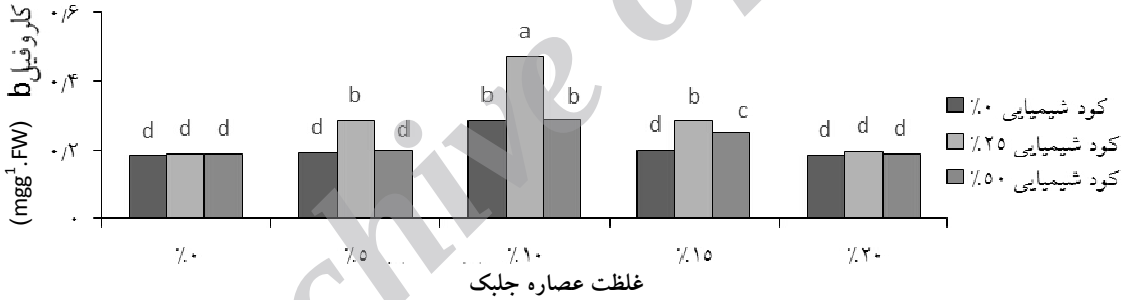
www.SID.ir



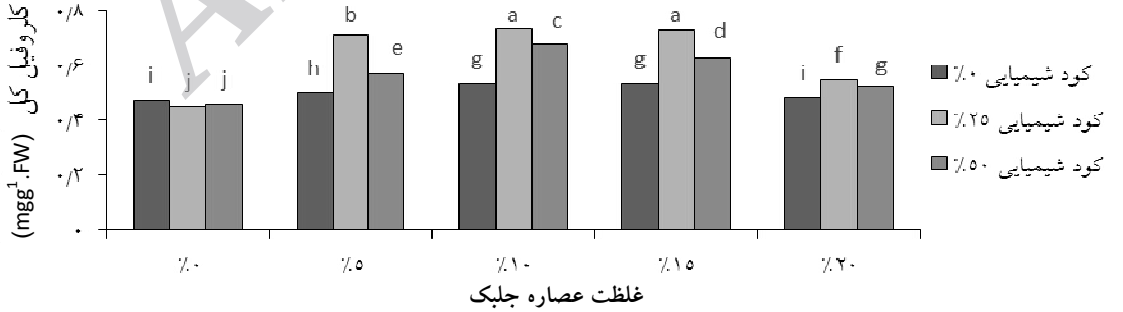
شکل ۱: اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان سطح برگ گندم.
وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل۲: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن برمحتوای کلروفیل a برگ گندم.
وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.



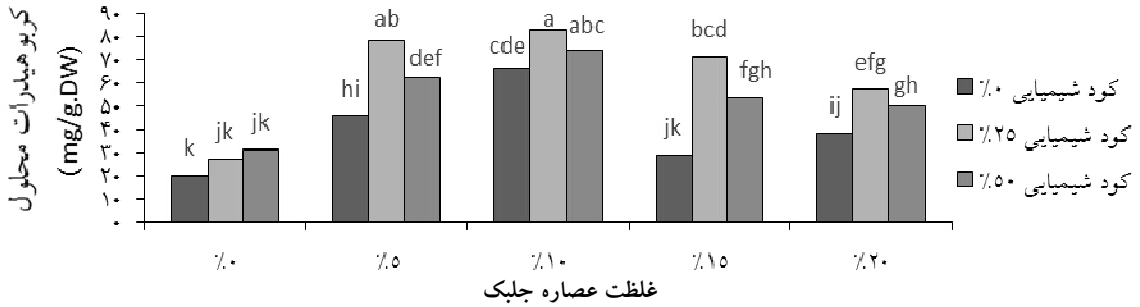
شکل۳: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن برمحتوای کلروفیل b.
گندم وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.



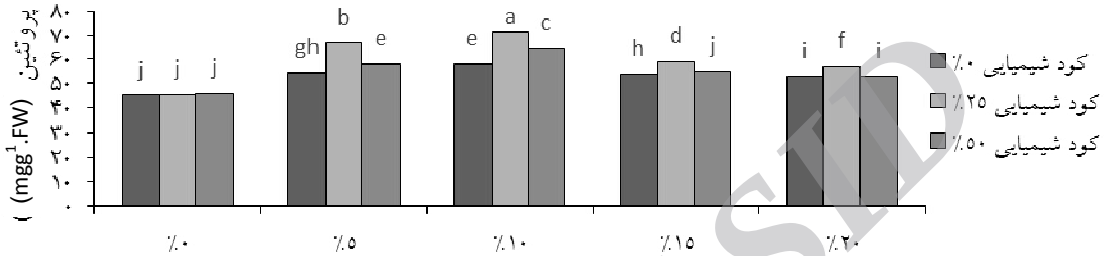
شکل٤: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن برمحتوای کلروفیل کل گندم.
وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۵: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ گندم. وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد



شکل ٦: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان پروتئین برگ گندم. وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول۳: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مربوط به شاخص‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و عملکرد گندم با میانگین مربعات

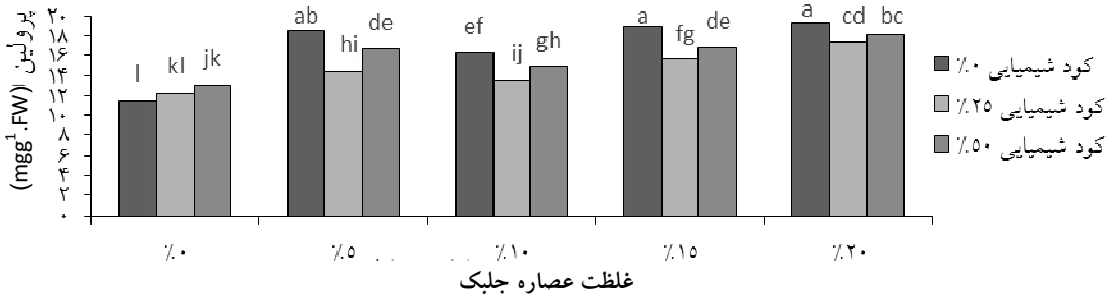
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		ارتفاع بوته	شاخص برداشت کل	طول سنبله	سطح برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کربوهیدرات محلول	پروتئین	پرولین
غلظت کود جلبکی (A)	٤	۱۲۲۷/٦۱۹**	۹۸۰/۵۲۳**	٦/۷۵٦**	٦۹۷٦۲٦/۲۳۳**	۰/۰۱۷**	۰/۰۲۷**	۰/۰۵٦**	۲۹۰۳/٦٦۷**	٤٦۱/۷۳۹**	٤۹/۱٦۱**
سطح کود نیتروژن (B)	۲	۹۰۵/۰۱۷**	٤/٦۲٦**	۳/۷٤۰**	۵۱٦۹۹۵/۲۷۵**	۰/۰۲۵**	۰/۰۰۸**	۰/۰۲۲**	۲۰۸۳/٦۲٤**	۱۸۵/۱۱۹**	۱۹/٤٤۹**
اثر متقابل A و B	۸	٦٦/۱۰۷**	۱/۵۱۹**	۰/۲۵۹$^{n.s}$	۲٦۷۷٦/٦٦٤**	۰/۰۰٤**	۰/۰۱۵**	۰/۰۱۹**	۱۵۵/۸۵۲**	۲۷/٦۷۸**	۳/۰۸۲**
خطا	۳۰	۰/۸۲٦	۳۷/۳۳۸	۰/۱۲۸	۱۸۹/۳۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۸/۰۹۳	۰/۲۱۹	۰/۲٤۵
ضریب‌تغییرات		۱/۲۰	۹/۱٤	۲/۷۵	۰/۸۹	۱/٤۲	۳/۰٦	۱/۱۰	۱۱/۷۹	۰/۸۳	۳/۱۲

ns, * و **: به‌ترتیب بیان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

تغییرات میزان پرولین برگ: طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* و کود نیتروژن بر میزان پرولین برگ اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود نیتروژن نشان داد، بیشترین میزان پرولین برگ (۱۹/۳۱ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۲۰ درصد عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کمترین میزان آن (۱۳/۵٦ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد عصاره آبی جلبک دریایی به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود (شکل ۷).

Archive of SID

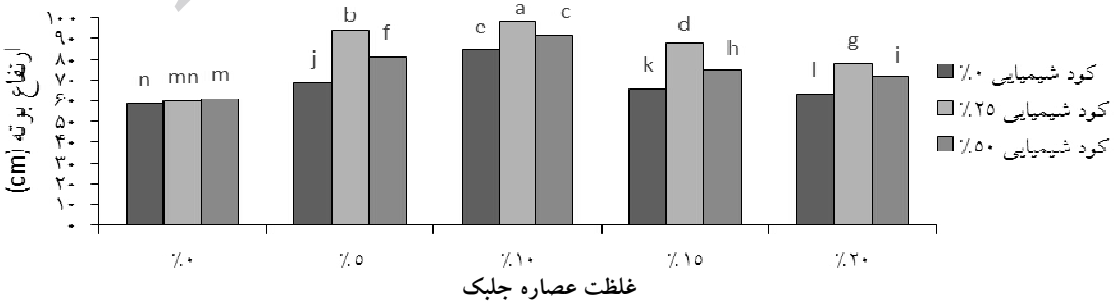
www.SID.ir



شکل ۷: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان پرولین برگ گندم.
وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

تغییرات میزان ارتفاع بوته، طول سنبله و شاخص برداشت کل: طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* و نیتروژن بر میزان ارتفاع بوته و شاخص برداشت کل اختلاف معنی‌دار در سطح آماری یک درصد مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود نیتروژن نشان داد، بیشترین میزان ارتفاع بوته (۹۸/۳۳ سانتی‌متر) و شاخص برداشت کل (۷۸/۰۳ درصد) مربوط به تیمار ۱۰ درصد عصاره آبی جلبک به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین میزان ارتفاع بوته (٦۳/۱۷ سانتی‌متر) و شاخص برداشت کل (٦۵/۰۳ درصد) مربوط به تیمار ۲۰ درصد عصاره آبی جلبک دریایی بود (شکل ۸،۱۰).

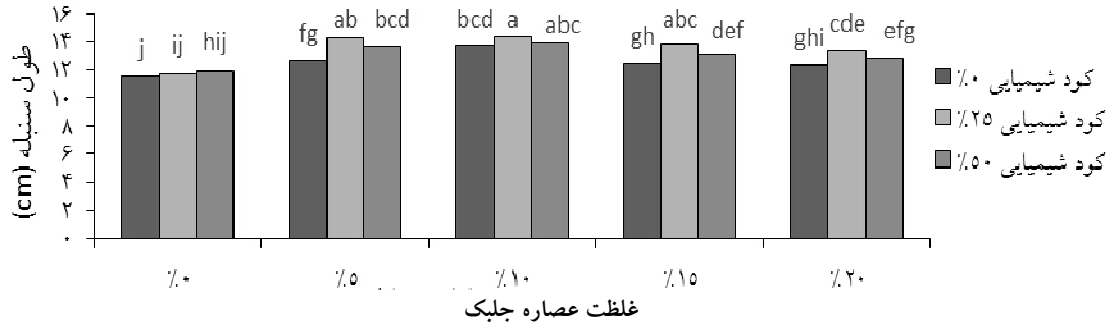
طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس، بین میزان طول سنبله در سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای *Nizamuddinia zanardinii* و نیتروژن از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده شد. اما بین اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود نیتروژن بر میزان طول سنبله اختلاف آماری معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۳). کاربرد عصاره آبی جلبک قهوه‌ای موجب افزایش میزان طول سنبله نسبت به تیمار شاهد شد. اگرچه نتایج نشان داد اثرمتقابل عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود نیتروژن بر میزان طول سنبله معنی‌دار نبود، اما کاربرد عصاره آبی جلبک قهوه‌ای به همراه کود نیتروژن در مقایسه با اثر اصلی عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود نیتروژن توانست میزان طول سنبله را بهبود بخشد. به‌طوری‌که بیشترین میزان طول سنبله (۱٤/٤ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۱۰ درصد عصاره آبی جلبک قهوه‌ای به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین میزان آن (۱۲/۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۲۰درصد عصاره آبی جلبک قهوه‌ای بود (شکل ۹).



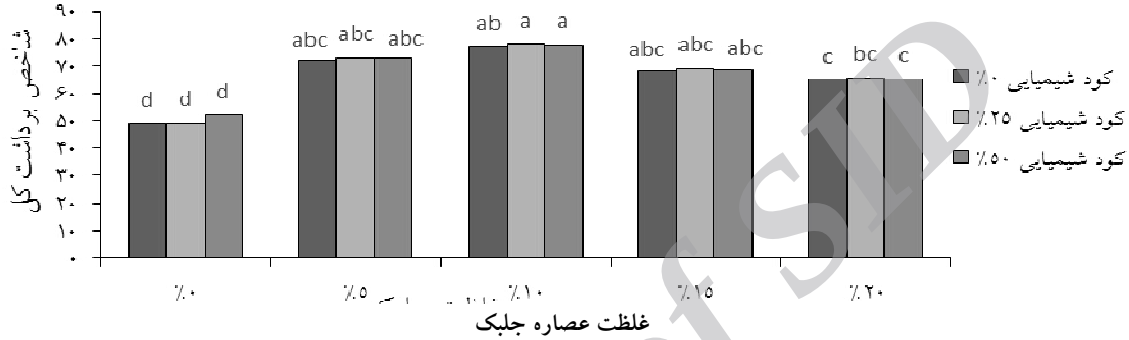
شکل ۸: مقایسه میانگین اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان ارتفاع بوته.
وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۹: مقایسه میانگین اثرمتقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن بر میزان طول سنبله. وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ۱۰: اثر متقابل سطوح مختلف عصاره آبی جلبک قهوه‌ای و کود شیمیایی نیتروژن و شاخص برداشت کل. وجود حروف مشابه به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

بحث

مطالعات بسیاری نشان داده است، افزایش کیفیت و عملکرد در گیاهان تیمار شده با عصاره جلبکی، با حضور عناصر ضروری از جمله Ca ,K ,P, Fe, Cu, Zn, B, Mn, Mg و Ni و هورمون‌های رشد از جمله سیتوکینین در عصاره جلبک دریایی مرتبط است (Vijayanand et al., 2014). طبق نتایج حاصل از این تحقیق، تیمار ۱۰ درصد عصاره آبی جلبک قهوه‌ای به همراه مصرف ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار میزان سطح برگ، رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول و پروتئین‌های سیتوپلاسمی شد. کاربرد افشانه‌برگی عصاره آبی جلبک قهوه‌ای به همراه ٦۹ کیلوگرم در هکتار نیتروژن منجر به کاهش میزان شاخص‌های رشد ذکر شده نسبت به تیمار عصاره جلبک قهوه‌ای به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شد. سطح برگ نشان سطح فتوسنتز کننده، تجمع ماده خشک و انتقال انرژی توسط پوشش گیاهی است و ارتباط تنگاتنگی با وضعیت نیتروژن گیاه دارد (Gislum and Boelt, 2009). فعالیت کارکردی سیستم فتوسنتزی تا حدی زیادی بستگی به قابلیت دسترسی گیاه به نیتروژن دارد. زیرا نیتروژن موجب افزایش سطح برگ و دوام سطح برگ می‌گردد و از سوی دیگر نیتروژن نقش اساسی در شکل‌گیری پروتئین‌های ساختمانی و کارکردی کلروپلاست دارد، البته مصرف زیاد نیتروژن باعث ایجاد سمیت در گیاه و کاهش میزان رشد و فتوسنتز گیاه می‌گردد (Latique and Candidate, 2013). این مطلب توجیه کننده کاهش میزان سطح برگ و رنگدانه‌های فتوسنتزی در بالاترین سطح نیتروژن مصرفی است.

Archive of SID

www.SID.ir

Sridhar و Rengasamy (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای بر روی اثر عصاره جلبک *Ulva lactuca* در ترکیب با سطوح مختلف کود اوره (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره) بر گیاه *Arachis hypogaea* گزارش کردند، ترکیب عصاره جلبک دریایی با ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره موجب افزایش قابل‌توجهی در میزان ارتفاع، سطح برگ، رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات محلول و محتوی پروتئین برگ شد و ترکیب عصاره جلبکی با سطوح بالاتر کود شیمیایی موجب کاهش در میزان شاخص‌های رشد گردید که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. از آن‌جایی که در مرکز ساختمان حلقه‌ای پورفیرین کلروفیل‌ها اتم منیزیم قرار گرفته است افزایش میزان فتوسنتز به فراوانی عنصر منیزیم موجود در عصاره جلبکی که نقش حیاتی در سازمان‌دهی کلروفیل دارد، نسبت داده شده است (Vijayanand et al., 2014). علت دیگر افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌تواند به دلیل حضور بتائین‌ها در عصاره جلبک دریایی باشد. بتائین‌ها بیش از آن‌که در سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی نقش داشته باشند، از تخریب آن‌ها ممانعت می‌کنند (Blunden et al., 1996).

Paul و Yuvaraj (۲۰۱٤) مشاهده کردند، غلظت ۱۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای (*Colpomenia sinuosa*) موجب افزایش ارتفاع گیاه، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات و پروتئین گیاه *Vigna radiata* شد که مطابق با نتایج حاصل از این تحقیق است. افزایش در میزان کربوهیدرات و پروتئین گیاه در تیمار با عصاره آبی جلبک قهوه‌ای ممکن است به دلیل افزایش سطح فتوسنتز کننده برگ باشد (Khan et al., 2009). حضور مولکول‌های آلی نظیر اسیدهای آلی، متیونین و حتی پلی‌آمین‌ها در عصاره جلبک دریایی موجب افزایش جذب مواد معدنی بوسیله اتصال به این مولکول‌ها شده و تولید بیشتر کربوهیدرات را در پی دارد (Jannin et al., 2013).

طبق بسیاری از تحقیقات افزایش میزان پروتئین و رشد گیاه ممکن است به علت حضور فنیل استیک اسید و یا ترکیبات مشابه آن و هم‌چنین به دلیل وجود برخی محرک‌های رشد در عصاره جلبک دریایی باشد (Jothinayagi and Anbazhagan, 2009). با توجه به مشاهدات Selvam و Sivakumar (۲۰۱۳)، کاربرد افشانه‌برگی عصاره جلبک دریایی *Ulva reticulate* بر گیاه *Vigna mango* موجب افزایش ارتفاع گیاه، سطح برگ، میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، کربوهیدرات، پروتئین و بهبود عملکرد گیاه در غلظت‌های پائین عصاره جلبکی نسبت به شاهد شد که مشابه نتایج بدست آمده از این تحقیق است. افزایش رشد گیاه در غلظت‌های پائین عصاره جلبک دریایی ممکن است به دلیل در دسترس بودن و جذب بیشتر عناصر ضروری توسط گیاه باشد (Khan et al., 2009). Sivasangari و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده کردند کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای *Stoechospermum marginatum* موجب افزایش معنی‌دار در میزان ارتفاع بوته، سطح برگ، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی و پروتئین و بهبود عملکرد گیاه لوبیا نسبت به شاهد شد. با توجه به مشاهدات Kannathasan و همکاران (۲۰۰۸)، هنگامی که عصاره جلبک دریایی *Hypnea musciformis* به صورت افشانه‌برگی بر گیاه *Arachis hypogaea* بکار برده شد، باعث بهبود رشد و افزایش کیفیت گیاه گردید.

گیاهان در هنگام تنش تغییراتی در برخی خصوصیات فیزیولوژیک خود ایجاد می‌کنند و از این طریق به تنش‌ها پاسخ می‌دهند، یکی از این پاسخ‌ها تجمع پرولین در سیتوپلاسم است. پرولین یک اسیدآمینه غیرضروری و به عنوان یک اسمولیت و آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی نقش مهمی در حفظ حلالیت

Archive of SID

www.SID.ir

پروتئین‌ها، تثبیت فسفولیپیدهای غشاءسلولی، حذف رادیکال‌های آزاد، تنظیم و توازن نسبت $NADH/NAD^+$، تنظیم پتانسیل ردوکس و ترمیم آسیب‌های ناشی از تنش دارد (Behdad et al., 2010). پس از شرایط تنش پرولین به راحتی تجزیه می‌گردد که ممکن است در جهت تأمین عوامل مورد نیاز فسفرریلاسیون اکسیداتیو میتوکندریایی و تولید ATP برای ترمیم صدمات ناشی از تنش نقش داشته باشد. عده‌ای از محققان علت افزایش پرولین در طی تنش را تجزیه کربوهیدرات و پروتئین‌ها ذکر کرده‌اند (Ain-Lhout et al., 2001) که طبق نتایج حاصل از این تحقیق با کاهش میزان کربوهیدرات و پروتئین، پرولین افزایش یافته است.

براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، بیشترین میزان ارتفاع گیاه، طول سنبله و شاخص برداشت کل در تیمار ۱۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای به همراه مصرف ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مشاهده شد. Sheela و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای بر گیاه *Phaseolus mungo* گزارش کردند غلظت ۱۰ درصد عصاره جلبک سبز *Ulva fasciata* موجب افزایش سطح برگ، ارتفاع گیاه و بهبود کیفیت و عملکرد گیاه *Phaseolus mungo* می‌گردد. هم‌چنین مطالعات انجام شده توسط Mukesh و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که افشانه‌برگی عصاره جلبک دریایی Gracilaria edulis و *Kappaphycus alvarezii* موجب افزایش ارتفاع بوته، طول سنبله، عملکرد و کیفیت گیاه گندم شد.افزایش بیش از حد نیتروژن خاک، کاهش تعداد سنبلچه‌های بارور و در نتیجه کاهش تعداد دانه در سنبله را به علت تأخیر در تشکیل اندام‌های زایشی به همراه دارد. بدین ترتیب افزایش مصرف نیتروژن موجب کاهش نسبت دانه به بیوماس کل و در نتیجه کاهش شاخص برداشت می‌گردد (Nouriyani, 2012). طول سنبله معمولا نقش تعیین کننده‌ای در میزان عملکرد دانه دارد. البته شاخص معینی جهت تولید دانه یا وزن دانه تولید شده نیست. هر قدر شرایط مساعدتر باشد فاصله میان‌گره‌ها بر روی سنبله بیش‌تر می‌گردد و برعکس شرایط نامساعد موجب عدم رشد کافی محور سنبله می‌شود، در نتیجه فاصله میان‌گره‌ها در سنبله کاهش می‌یابد (Khaje et al., 2015). تحقیقات زیادی نشان داده است که استفاده از جلبک‌های دریایی به عنوان کود، منجر به افزایش رشد گیاه می‌گردد و از آن‌جایی که طول سنبله بخشی از سنجش ارتفاع گیاه می‌باشد، باعث افزایش ارتفاع بوته شده است (Khan et al., 2009).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت کاربرد غلظت ۱۰ درصد عصاره جلبک قهوه‌ای به همراه ۳٤/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (معادل ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره) موجب افزایش معنی‌دار کیفیت و عملکرد گندم نسبت به شاهد شد. از آن‌جایی که جلبک‌های دریایی منابع عظیمی از عناصر ضروری و تنظیم‌کننده‌های رشد هستند، استفاده از آن‌ها به منظور افزایش عملکرد و کیفیت در تولید محصولات کشاورزی توصیه می‌گردد. در نتیجه محصول نهایی که به دست مصرف کننده می‌رسد، محصولی زیستی است که بدور از باقیمانده های سمی و شیمیایی خواهد بود. از سوی دیگر، فرآورده های خوراکی با کیفیت، که محصول اینگونه کودها هستند نه تنها باعث رضایت مصرف کنندگان می‌شود بلکه تأمین و تضمین سلامت جسمی آنان را نیز در پی دارد.

References

Ain-Lhout, F., Zunzunegui, M., Diaz Barredas, M.C., Tirado, R., Clavijo, A. and Garcia Novo, F. (2001). Comparison of proline accumulation in two mediterranean shrubs subjected to natural and experimental water deficit. Plant and Soil. 230: 175-183.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Tear, I.D. (1975). Rapid determination of free proline

Archive of SID

www.SID.ir

for water stress studies. Plant and Soil. 39(1): 205-207.

Behdad, A., Abrishamchi, P. and Jankgu, M. (2010). Alleopathic effect of *Artemisia khorassanica* podl. Extraction on seed germination, growth and some biochemical characteristics of *Bromus kopetdaghensis* drobov. Shahid Chamran University Journal of Science. 25: 78-92.

Blunden, G., Jenkins, T. and Liu, Y.W. (1996). Enhanced leaf chlorophyll levels in Plants treated with seaweed extract. Journal of Applied Phycology. 8(6): 535-543.

Dubios M.K., Gilles, A., Hamilton, J.K., Rpberts, P.A. and Smith, F. (1956). Colorometric method for determination of sugers and related substances. Analytical Chemistry. 3(1): 350-356.

Faizi Asli, V. and Valizadeh, Gh. (2003). The effect of time and the amount of nitrogen in Rainfed wheat yield. Journal of Soil and Water Science. 17(1): 29-38.

Gislum, R. and Boelt, B. (2009). Validity of accessible critical nitrogen dilution curves in perennial ryegrass for seed production. Field Crops Research. 111: 152-156.

Jannin, L., Arkoun, M., Etienne, P., Laıne, P., Goux, D. and Garnica, M. (2013). *Brassica napus* growth is promoted by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. seaweed extract: microarray analysis and physiological characterization of N, C, and S metabolisms. Journal Plant Growth Regulation. 32: 31-52.

Jothinayagi, N. and Anbazhagan, C. (2009). Effect of seaweed liquid fertilizer of *Sargassum wightii* on the growth and biochemical characteristics of *Abelmoschus esculentus* (L.) Medikus. Recent Research in Science and Technology. 1(4): 155-158.

Kannathasan, K., Sivasankari, S., Chandrasekaran, M., Rajkumar, R. and Venkatesalu, V. (2008). Evaluation of seaweed *Hypnea musciformis* for gibberllic acid like substances and biofertilizing activity. Seaweed Research Utilization. 30(1): 125-133.

Khaje, M., Mousavi Nick, M., Sirus Mehr, A., Yadollahi, P. And Amiri, A. (2015). Effect of drought stress and foliar application of silicon on grain yield and photosynthetic pigments of wheat under Sistan conditions. Crop Physiology Journal. 7 (26):5-19

Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, T., Craigie, S., Norrie, Jeff. and Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation. 28(4): 386-399.

Kord Firouzjai, G., Habibi, H., Sodai Mashai, S. And Fotoukian, M. H. (2012). The effect of foliar application of fertilizers containing nutrients and growth stimulants on the germination factors of rice. Journal of Science and Technology Seed. 2(2): 1-10.

Latique, S. and Candidate, D. (2013). Seaweed liquid fertilizer effect on physiological and biochemical parameters of bean plant (*Phaesolus vulgaris* variety Paulista) under hydroponic system. European Scientific Journal. 9(30): 174-191.

Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology. 148: 350-382.

Lowry, O.H., Rosebroiugh, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951). Protein measurment with the Folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193(1): 265-275.

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 Plant Nutrition. 36: 192-200.

Nouriyani, H. (2012). The effects of paclobutrazol growth regulator in different nitrogen levels on the growth physiology and yield of two cultivars of wheat (*Triticum estivum* L.). Ph.D. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch of Khuzestan.

Paul, J. and Yuvaraj, P. (2014). Effect of Seaweed Liquid Fertilizer of *Colpomenia sinuosa* (Mert. ex Roth) Derbes and Solier (Brown Seaweed) on *Vigna radiata* (L.). International Journal of Pure and Applied Bioscience. 2(3): 177-184.

Rahimi, S. (2009). A review of biofertilizers and their role in nutrition and health of society people. Journal of Water and Soil. 30(2): 97-103.

Ramarajan, S., Joseph, L.H. and Ganthi, A.S. (2012). Effect of seaweed liquid fertilizer on the germination and pigment concentration of soybean. Journal of Crop Science and Technology. 1(2): 1-5.

Sheela, S. and Mary Josephine Punitha, S. (2013). Studies on the effect of seaweed liquid fertilizer (SLF) on different growth parameters, biochemical constituents and pigment production in a C3 plant; *Phaseolus mungo*. Plant Sciences Feed. 3(8): 88-93.

Archive of SID

www.SID.ir

Selvam, G.G. and Sivakumar, K. (2013). Effect of foliar spray from seaweed liquid fertilizer of *Ulva reticulata* (Forsk.) on *Vigna mungo* L. and their elemental composition using SEM–energy dispersive spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction. 2(2): 119-125.

Selvam, G.G. and Sivakumar, K. (2014). Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. Asian Pacific Journal of Reproduction. 3(1): 18-22.

Sivasangari Ramya, S., Nagaraj, S. and Vijayanand, N. (2010). Biofertilizing efficiency of brown and green algae on growth, biochemical and yield parameters of *Cyamopsis tetragonolaba* (L.) Taub. Recent Research in Science and Technology. 2(5): 45-52.

Sridhar, S. and Rengasamy, R. (2010). Significance of seaweed liquid fertilizers for minimizing chemical fertilizers and improving yield of *Arachis hypogaea* under field trial. Recent Research in Science and Technology. 2(5): 73-80.

Vijayanand, N., Ramya, S.S. and Rathinavel, S. (2014). Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. Asian Pacific Journal of Reproduction. 3(2): 150-155.

Yazdani, M., Pyrdashty, H., Asmaeili, M.A. and Bahmanyar, M.A. (2010). Effect of inoculation phosphate solubilization microorganisms (PSM) and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on nutrient use efficiency in corn (*Zea mays* L.) cultivation. Electronic Journal of Crop Production. 3(2): 65-80.

Zodape, S.T. (2001). Seaweeds as a biofertilizer. Journal of Scientific and Industrial Research. 60(5): 378-382.

Zodape, S.T., Gupta, A., Bhandari, S.C., Rawat, U.S., Chaudhary, D.R., Eswaran, K. and Chikara, J. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal of Scientific and Industrial Research. 70: 215-219.

Archive of SID

www.SID.ir