

بررسی اثر کود مایع جلبکی *Nizamuddinia zanardinii* در سطوح مختلف اوره بر برخی شاخص های رشد و فعالیت آنٹی اکسیدانی دانه رست های گندم رقم چمران ۲

آذین غفاری زاده^۱، سید منصور سید نژاد^{۲*}، عبدالعلی گیلانی^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۴

تاریخ تصویب: ۹۵/۱۲/۱۱

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر کود مایع جلبکی *Nizamuddinia zanardinii* در سطوح مختلف اوره بر برخی شاخص های رشد و فعالیت آنٹی اکسیدانی دانه رست های گندم طراحی و انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در پنج سطح کود مایع جلبکی (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی/حجمی) و سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره به اجرا درآمد. طبق نتایج حاصل، تیمار غلظت ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره بیشترین میزان سرعت جوانه زنی، فعالیت آنزیم های پراکسیداز و آسکوربات-پراکسیداز را نشان داد. بیشترین میزان پرولین، مالون دی آلدئید و فعالیت آنزیم کاتالاز در غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی دیده شد. افزایش سرعت جوانه زنی و میزان فعالیت آنزیم های آنٹی اکسیدانی ممکن است به دلیل حضور هورمون های القاکننده رشد و عناصر ضروری در کود

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز

*۲- استاد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز

(نویسنده مسئول sm.seyyednejad@gmail.com)

۳- استادیار، اصلاح و تهیه بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، اهواز

مایع جلبکی باشد.

واژه های کلیدی: آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداسیون چربی، کاتالاز، کود مایع جلبکی، گندم.

مقدمه

اکوسیستم های دریایی گنجینه ای برای بسیاری از منابع طبیعی هستند، در این میان جلبک ها به دلیل کاربردهای فراوان تجاری از اهمیت خاصی برخوردارند (Thambiraj et al., 2012). امروزه بهره برداری از جلبک ها در زمینه کشاورزی، دارویی، غذایی، تصفیه آب، صنایع کاغذ، و نیز به عنوان منابع غنی از فیکوکلوئیدهایی نظیر آلژینیک اسید، آگار و کاراژینان بسیار گسترش یافته است (Nedumaran, 2012). استفاده از جلبک ها به عنوان کود به قرن ۱۹ برمی گردد، درحالی که برای اولین بار جلبک های قهوه ای مورد استفاده ساحل نشینان قرار گرفت. جلبک ها به خاطر دارا بودن مقدار بالای فیبر از یک سو و از سوی دیگر بواسطه دارا بودن مواد معدنی و عناصر ضروری نقش مهمی در بهبود بافت خاک، حفظ رطوبت خاک و نیز تقویت خاک دارند. مطالعات گوناگونی اثرات سودمند عصاره های جلبک دریایی را بر روی افزایش جوانه زنی و رشد گیاه ثابت کرده اند (Carvalho et al., 2013, Kumar and Sahoo, 2011). در سال های اخیر عصاره های جلبکی به شکل افشانه برگی و یا بهبود دهنده خاک برای انواع زیادی از محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته اند، به طوری که استفاده از این فرآورده ها، افزایش جوانه زنی بذر و توسعه تحمل به تنش های محیط زیست و افزایش خواص آنتی اکسیدانی را در پی داشته است. به هر حال از زمان پی بردن به چنین خواص کارآمدی در جلبک ها، به نظر می رسد با توجه به پیشرفت کشاورزی ارگانیک، بازار رو به رشد فزاینده ای داشته باشند (Thirumaran et al., 2009). از آن جایی که عصاره جلبک های دریایی شامل بسیاری از تنظیم کننده های رشد از جمله هورمون اکسین، سیتوکنین، ژیببرلین و مواد مغذی پرمصرف مانند K, P, Ca و مواد مغذی کم مصرف از قبیل Ni, Mo, Mn, Co, B, Zn, Cu, Fe و هم چنین شامل آمینواسیدها و ویتامین ها می باشند به عنوان کود مایع جلبکی (SLF) و محرک زیستی شناخته شده اند (Erulan et al., 2009, Kalaivanan et al., 2012).

در مطالعه ای Selvam and Sivakumar (2013)، اثر کود مایع جلبکی *Ulva reticulata*

(Forsk.) را بر روی شاخص های رشد و بیوشیمیایی *Vigna mango* L. مورد بررسی قرار دادند، که افزایش در محتوای رنگدانه های فتوسنتزی، پروتئین و کربوهیدرات محلول دیده شد (Kalaivanan et al., 2012). با مطالعه اثر غلظت های مختلف (۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) عصاره جلبک *Caulerpa scalpelliformis* C. بر روی رشد گیاه *Vigna mungo* L. افزایش درصد و سرعت جوانه زنی، میزان وزن تر و خشک گیاهچه و افزایش عملکرد گیاه را در غلظت های پائین عصاره جلبک دریایی گزارش کردند. هم چنین مطالعات انجام شده توسط Thirumaran et al. (2009)، نشان داد که کاربرد افشانه برگی عصاره جلبک دریایی *Rosenvingea intricata* J. Agardh روی گیاه *Cyamopsis tetragonaloba* موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه شده است.

با توجه به تحولات اخیر جوامع بشری از نظر رشد جمعیت، تکنولوژی و مسائل محیط زیست، اهمیت کشاورزی به عنوان تأمین کننده بخش عمده نیازهای غذایی بشر، بیش از پیش نمایان شده است (Rahimi, 2009). امروزه جهت تأمین نیازهای غذایی بشر، استفاده از کودهای شیمیایی به طور چشمگیری افزایش یافته است. در ایران نیز همگام با دیگر کشورهای دنیا، مصرف انواع کودهای شیمیایی خیلی سریع گسترش یافته است به گونه ای که در سال های اخیر به بیش از ۴ میلیون تن در سال رسیده است. بر اساس نتایج به دست آمده در ایران میزان مصرف کودهای شیمیایی با نرخ ۵/۵ درصد در سال، رشد نشان می دهد (Rahimi, 2009). در چند دهه اخیر مصرف بی رویه کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب افت کیفیت محصولات کشاورزی و بروز مشکلات زیست محیطی مختلفی از جمله آلودگی منابع آب، تأثیر منفی بر خصوصیات بیولوژیک خاک همچون کاهش راندمان آن، تشکیل نمک ها و کمپلکس های دیگر در خاک گردیده است (Kalaivanan et al., 2012 and Mukesh et al., 2013). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودها با منشأ زیستی و با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات است. در واقع کشاورزی پایدار یک سیستم مدیریت تولید جامع است که برای ترویج و افزایش کشت و اکوسیستم سالم مورد استفاده قرار گرفته است (Vijayanand et al., 2014).

گندم گیاهی تک لپه ای با نام علمی *Triticum aestivum* L. از خانواده Poaceae است. گندم در سراسر جهان به عنوان حیاتی ترین محصول کشاورزی و به عنوان پایه اصلی تغذیه و بقای بشر مطرح می باشد. از کل گندم تولید شده در کشورهای توسعه یافته، ۵۳ درصد آن به عنوان غذا مصرف می شود، این رقم در کشورهای در حال توسعه

۸۵ درصد می باشد. گندم از نظر اهمیت اقتصادی و سطح زیر کشت یکی از مهم ترین محصولات شاخص ایران می باشد. تحقیقات اخیر نشان داد که دانه ی گندم حاوی مقدار مشخصی از آنتی اکسیدان های طبیعی است و از آن جایی که گندم و محصولات آن به ویژه نان، غذای اصلی بیشتر مردم جهان می باشد، می تواند سلامت میلیون ها مصرف کننده را بهبود بخشد (Saeedi, 2007).

کاربرد عصاره جلبک های دریایی یکی از مهم ترین راهبردها در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار است (Khan et al., 2009). بنابراین با عنایت بر لزوم توسعه این دسته از کودها و افزایش کارایی کود اوره این آزمایش به منظور بررسی اثر عصاره جلبک قهوه ای *Nizamuddinina zanardinii* (Schiffner) P.C. Silva در سطوح مختلف کود اوره بر برخی شاخص های رشد و فعالیت آنتی اکسیدانی دانه رست های گندم رقم چمران ۲ و با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی جهت پیشگیری از آلودگی های زیست محیطی انجام گرفت.

مواد و روش ها

در تحقیق حاضر از جلبک قهوه ای *Nizamuddinina zanardinii* متعلق به شاخه Ochrophyta، رده Phaeophyceae، راسته Fucales و خانواده Sargassaceae استفاده گردید. *N. zanardinii* از جلبک های دریایی بسیار معروف سواحل جنوب ایران است که به وفور در سواحل چابهار یافت می شود (Gharanjik, 2002). جلبک مورد مطالعه در طول فصل بهار ۱۳۹۳ از منطقه ساحلی چابهار (25° 17_ N) و (60° 37_ E) جمع آوری و توسط کارشناسان مرکز تحقیقات چابهار شناسایی شد. سپس به منظور رفع ناخالصی ها با آب دریا و بعد با آب شیرین شست و شو داده شد. سپس به مدت 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 به مدت ۶۰ دقیقه جوشانده شد و پس از عبور از صافی عصاره حاصل به عنوان غلظت ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. سپس غلظت های مختلف کود مایع جلبکی از عصاره ۱۰۰ درصد جلبک قهوه ای با استفاده از آب دوبار تقطیر تهیه شد (Ramarajan et al., 2012). برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی عصاره جلبک قهوه ای در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱: ویژگی های فیزیکی و شیمیایی عصاره جلبک قهوه ای

Nizamuddinina zanardinii

رنگ	pH	نیترات (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	آهن (ppm)	روی (ppm)	مس (ppm)	منگنز (ppm)
قهوه ای	۷/۲	۱۲/۸۶	۳/۲	۶۲/۳	۹۵	۶	۴	۱۰

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در پنج سطح کود مایع جلبکی (صفر (آب دوبار تقطیر)، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی/حجمی) و سه سطح صفر (عدم مصرف کود اوره)، ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن، در دمای آزمایشگاه ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) انجام گرفت. بذور گندم رقم چمران ۲ از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان تهیه گردید و پس از استریل شدن با سدیم هیپوکلریت پنج درصد با اندازه و وزن مشابه انتخاب شدند. سپس ۲۰ عدد بذر گندم به پتری دیش های استریل شده که در کف آن ها کاغذ صافی و اتمن شماره یک قرار گرفته بود، منتقل گردید. به هر پتری دیش ۱۰ میلی لیتر از کود مایع جلبکی با غلظت مورد نظر (یا آب دوبار تقطیر برای تیمار شاهد) اضافه گردید. طبق توصیه کودی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان در تیمارهایی که از ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره استفاده شد، به ترتیب ۰/۴ و ۰/۸ گرم کود اوره در روز اول به پتری ها اضافه گردید. پتری ها در پایان روز سوم نیز با پنج میلی لیتر از کود مایع جلبکی با غلظت مورد نظر (یا آب دوبار تقطیر برای تیمار شاهد) آبیاری شدند. پس از گذشت هشت روز از شروع آزمایش تمامی پتری ها برداشت شدند. شاخص های رشد مورد بررسی شامل میزان سرعت جوانه زنی، پرولین، مالون دی آلدئید، میزان فعالیت آنزیم های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و آنزیم پراکسیداز بود.

سرعت جوانه زنی: بر حسب تعداد بذر جوانه زده در روز (معیار جوانه زنی خروج ریشه چه به اندازه دو میلی متر بود) و طبق فرمول زیر محاسبه شد (Roumani and Ehteshami, 2014).

$$GR = \sum N_i / T_i$$

GR = سرعت جوانه زنی، N_i = تعداد بذر جوانه زده در هر روز، T_i = شمارش روز پس از

سنجش میزان پرولین

پرولین با استفاده از روش Bates et al. (1975) محاسبه شد. ابتدا ۰/۵ گرم از ساقه چه تر گیاه با ۱۰ میلی لیتر اسیدسولفوسالیسیلیک سه درصد (وزنی-حجمی) درون هاون چینی بر روی یخ تا رسیدن به یک مخلوط همگن ساییده شد. آن گاه مخلوط حاصل با دور ۶۰۰۰، به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه Sahand.T.A ساخت ایران سانتریفیوژ گردید. سپس دو میلی لیتر از عصاره بدست آمده را برداشته، دو میلی لیتر معرف نین هیدرین و دو میلی لیتر اسیداستیک گلاسیسیال به آن اضافه کرده، نمونه ها یک ساعت در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد و پس از آن به حمام

یخ منتقل شده تا واکنش خاتمه یابد. چهار میلی لیتر تولوئن به لوله های 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 WPA (Biowave) ساخت biochrom انگلستان استفاده شد. غلظت پرولین هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد حاصل از محلول های پرولین با غلظت صفر تا ۳۰ میکروگرم در میلی لیتر تعیین و در نهایت مقدار پرولین با استفاده از فرمول زیر بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر نمونه گیاهی محاسبه گردید.

= میکرومول پرولین بر گرم وزن تر نمونه گیاهی

$$\left[\frac{\mu\text{g proline}}{\text{ml}} \times \frac{\text{ml Toloen}}{115.5 (\mu\text{g} / \mu\text{mol})} \right] \div \frac{\text{g sample}}{5}$$

سنجش میزان مالون دی آلدئید

میزان مالون دی آلدئید با استفاده از روش Davey et al. (2005) محاسبه گردید. بدین منظور به یک میلی لیتر محلول عصاره استخراج شده از ساقه چه، یک میلی لیتر محلول ۰/۵ (W/V) درصد اسیدتیوباربیئوریک حاوی اسیدتری کلرواستیک (W/V) ۲۰ درصد اضافه گردید، سپس مخلوط حاصل در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده شد. به منظور توقف واکنش، ظرف محتوی مخلوط حرارت داده شده بلافاصله به مدت ۳۰ دقیقه درون حمام یخ قرار داده شد، آن گاه مخلوط حاصل با دور ۴۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه با استفاده از دستگاه Sahand.T.A ساخت ایران سانتریفیوژ گردید. جذب مخلوط حاصل با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر biochrom (UV-VIS WPA (Biowave) ساخت انگلستان در دو طول موج ۵۳۲ نانومتر (طول موج اختصاصی) و ۶۰۰ نانومتر (طول موج غیر اختصاصی) خوانده شد. نمونه شاهد شامل یک میلی لیتر آب دوبار تقطیر و یک میلی لیتر محلول ۰/۵ (W/V) درصد اسیدتیوباربیئوریک حاوی اسیدتری-کلرواستیک (W/V) ۲۰ درصد بود. جذب حاصل از طول موج دوم از جذب حاصل از طول موج اول کم و سپس در ضریب خاموشی مالون دی آلدئید، $155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ضرب شده و در نهایت میزان مالون دی آلدئید بر حسب میلی مول بر گرم وزن تر گزارش گردید.

سنجش میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

مقدار فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز بر اساس روش Chen and Asada (1989) محاسبه شد. ابتدا ۲/۵ میلی لیتر از تامپون فسفات پتاسیم ۰/۵ مولار درون کووت ریخته

شد، سپس ۱۰۰ میکرولیتر آسکوربات ۰/۵ میلی مولار به آن اضافه گردید. آنگاه ۱۰۰ میکرولیتر از محلول EDTA ۰/۱ میلی مولار به آن افزوده شد، سپس ۲۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه یک درصد اضافه شد. بعد از اضافه کردن ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی حاصل از ساقه چه، بلافاصله منحنی تغییرات جذب در طول موج ۲۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS WPA (Biowave) biochrom ساخت انگلستان در مدت زمان سه دقیقه (هر ۱۰ ثانیه یک جذب) رسم گردید. نمونه شاهد شامل ۲/۵ میلی لیتر تامپون فسفات پتاسیم ۰/۵ مولار، ۱۰۰ میکرولیتر آسکوربات ۰/۵ میلی مولار، ۱۰۰ میکرولیتر EDTA ۰/۱ میلی مولار، ۲۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه یک درصد و ۱۰۰ میکرولیتر آب دوبار تقطیر بود. منحنی به دست آمده کاهشی بود که می توان آن را به اکسید شدن آسکوربات در حضور H_2O_2 توسط آنزیم آسکوربات پراکسیداز نسبت داد. در نهایت فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتئین محاسبه و به واحد $\Delta OD \cdot \text{min}^{-1}/\text{mg protein}$ گزارش گردید.

سنجش میزان سنجش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز بر اساس روش Hoyle (1972) محاسبه شد. بدین منظور دو میلی لیتر تامپون استات ۰/۲ مولار با ۰/۲ میلی لیتر آب اکسیژنه ۰/۳ درصد و ۰/۱ میلی لیتر بنزیدین ۰/۰۲ مولار محلول در متانول ۵۰ درصد در حمام یخ مخلوط شدند، سپس ۰/۱ میلی لیتر عصاره آنزیمی حاصل از ساقه چه به آن اضافه شد. منحنی تغییرات جذب در طول-موج ۵۳۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS WPA (Biowave) biochrom ساخت انگلستان در مدت زمان سه دقیقه (هر ۱۰ ثانیه یک جذب) رسم گردید. نمونه شاهد حاوی تمام موارد واکنشی به جز عصاره آنزیمی بود که به جای آن از آب دوبار تقطیر استفاده شد. در نهایت فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتئین محاسبه و به واحد $\Delta OD \cdot \text{min}^{-1}/\text{mg protein}$ گزارش گردید.

سنجش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

مقدار فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش Aebi (1984) محاسبه شد. بدین منظور ۲/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۰۵ مولار درون کووت ریخته شد و ۱۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه یک درصد به آن اضافه شد، سپس بلافاصله ۴۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی حاصل از ساقه چه به آن افزوده شد. منحنی تغییرات جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS WPA (Biowave) biochrom ساخت انگلستان در مدت زمان یک دقیقه (هر پنج ثانیه یک جذب) رسم گردید. شاهد مورد استفاده شامل

۲/۵ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۰۵ مولار، ۱۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه یک درصد و ۴۰۰ میکرولیتر آب دو بار تقطیر بود. فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتئین محاسبه و به واحد $\Delta OD \cdot \text{min}^{-1}/\text{mg protein}$ گزارش گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها: داده ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند، مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در دو سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

نتایج حاصل از بررسی کود مایع جلبکی *N. zanardinii* در سطوح مختلف کود دوره بر سرعت جوانه زنی، میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز، میزان مالون دی آلدئید و پرولین در جداول ۲ و ۳ و نمودارهای ۶-۱ آمده است.

جدول ۲: خلاصه نتایج تجزیه واریانس مربوط به شاخص های سرعت جوانه زنی، پرولین، مالون دی

آلدئید، فعالیت آنزیم های آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز

منابع تغییرات	درجه آزادی	سرعت جوانه زنی	پرولین	مالون دی آلدئید	میانگین مربعات	فعالیت آنزیم پراکسیداز	فعالیت آنزیم کاتالاز
غلظت کود مایع جلبکی	۴	۳۷/۹۷۲**	۵۴/۴۳۳**	۲۸/۵۳۶**	۱۰/۵۷۸**	۰/۲۳۱**	۰/۱۱۱**
سطح کود دوره	۲	۲۲/۸۰۵**	۲۱/۱۹۵**	۲۲/۹۳۷**	۴/۴۸۸**	۰/۰۹۲**	۰/۰۶۹**
کود مایع جلبکی*اوره	۸	۳/۵۳۲ ^{n.s}	۳/۱۰۶**	۲/۳۵۰**	۱/۳۸۸**	۰/۰۰۸**	۰/۰۰۸**
خطا	۳۰	۲/۴۴۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
<i>C.V</i> (%)		۸/۴۲	۱/۳۸	۰/۶۱	۱/۷۹	۲/۰۷	۲/۱۱

n.s. * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

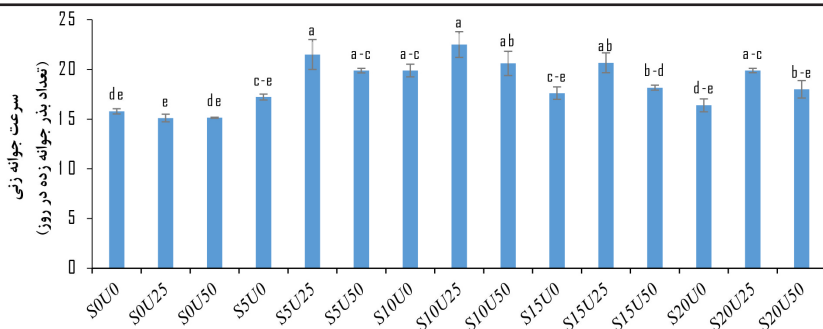
جدول ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر شاخص های سرعت جوانه زنی، پرولین، مالون دی آلدئید، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز دانه رست های گندم به روش چند دامنه ای دانکن

غلظت کود مایع جلبکی (%)	تیمارها	سرعت جوانه زنی (تعداد بذر جوانه زده در روز)	پرولین (mMg ⁻¹ fr.wt.)	مالون دی آلدئید (mMg ⁻¹ fr.wt.)	شاخص های رشد	فعالیت آنزیم پراکسیداز (AOD.min ⁻¹ /mg.protein)	فعالیت آنزیم پراکسیداز (AOD.min ⁻¹ /mg.protein)
۰	۱۵/۱۷۸±۰/۲۷ ^{de}	۷/۶۴±۰/۲۵۱ ^m	۱۲/۱۰±۰/۰۲۴ ⁿ	۰/۲۳۱۷±۰/۰۰۴ ^m	۵/۶۷۰±۰/۱۹۶ ^j	۰/۱۴۳۰±۰/۰۰۳ ^o	۰/۱۴۳۰±۰/۰۰۳ ^o
۲۵	۱۵/۱۱±۰/۰۳۹ ^e	۸/۴۱±۰/۱۵۸ ^l	۱۲/۱۵±۰/۰۲۶ ⁿ	۰/۲۲۲۳±۰/۰۰۲ ^{mm}	۴/۷۴۰±۰/۰۱۴ ^l	۰/۱۵۹۰±۰/۰۰۵ ⁿ	۰/۱۵۹۰±۰/۰۰۵ ⁿ
۵۰	۱۵/۴۴±۰/۰۵۶ ^{de}	۹/۰۰±۰/۱۵۲ ^k	۱۲/۵۴±۰/۰۲۱ ^m	۰/۲۱۱۷±۰/۰۰۳ ⁿ	۵/۷۰۳±۰/۱۷۱ ^j	۰/۱۸۳۰±۰/۰۰۵ ^m	۰/۱۸۳۰±۰/۰۰۵ ^m
۰	۱۷/۲۲±۰/۰۲۹ ^{c-e}	۱۴/۹۰±۰/۰۲۲۲ ^b	۱۷/۲۳±۰/۰۲۱ ^c	۰/۴۲۸۰±۰/۰۰۹ ^j	۶/۰۹۷±۰/۰۲۸ ⁱ	۰/۴۵۱۰±۰/۰۰۳ ^c	۰/۴۵۱۰±۰/۰۰۳ ^c
۲۵	۲۱/۵۰±۰/۱۵۱ ^a	۱۰/۵۳±۰/۰۲۵۴ ⁱ	۱۳/۶۱±۰/۰۱۷ ^k	۰/۶۸۳۷±۰/۰۰۳ ^b	۸/۵۱۰±۰/۰۱۷ ^b	۰/۲۴۱۰±۰/۰۰۴ ^k	۰/۲۴۱۰±۰/۰۰۴ ^k
۵۰	۱۹/۸۸±۰/۰۲۳ ^{a-c}	۱۳/۰۰±۰/۰۴۶۹ ^e	۱۴/۶۸±۰/۰۲۶ ^g	۰/۵۵۶۰±۰/۰۰۳ ^f	۷/۳۹۳±۰/۰۲۷ ^f	۰/۳۲۸۰±۰/۰۰۲ ^g	۰/۳۲۸۰±۰/۰۰۲ ^g
۰	۱۹/۸۸±۰/۰۲۶ ^{a-c}	۱۲/۵۲±۰/۰۳۵۷ ^l	۱۴/۴۳±۰/۰۱۷ ^h	۰/۵۸۱۰±۰/۰۰۶ ^e	۷/۶۸۷±۰/۰۱۵ ^e	۰/۳۰۶۷±۰/۰۰۵ ^h	۰/۳۰۶۷±۰/۰۰۵ ^h
۲۵	۲۲/۵۰±۰/۰۲۹ ^a	۹/۷۵±۰/۰۴۱۲ ^j	۱۲/۹۱±۰/۰۴۲ ^l	۰/۷۱۶۰±۰/۰۰۳ ^a	۸/۷۴۷±۰/۰۲۸ ^a	۰/۲۱۳۰±۰/۰۰۲ ^l	۰/۲۱۳۰±۰/۰۰۲ ^l
۵۰	۲۰/۶۱±۰/۰۲۳ ^{ab}	۱۱/۰۹±۰/۰۳۸۵ ^h	۱۳/۹۰±۰/۰۲۳ ^j	۰/۶۵۲۰±۰/۰۰۱۶ ^c	۸/۱۷۳±۰/۰۲۳ ^c	۰/۲۶۴۰±۰/۰۰۳ ^j	۰/۲۶۴۰±۰/۰۰۳ ^j
۰	۱۷/۶۱±۰/۰۲۶ ^{c-e}	۱۵/۲۶±۰/۰۴۳۱ ^a	۱۷/۸۷±۰/۰۲۶ ^b	۰/۳۸۹۰±۰/۰۰۳ ^k	۶/۷۹۳±۰/۰۲۸ ^h	۰/۴۹۶۰±۰/۰۰۵ ^b	۰/۴۹۶۰±۰/۰۰۵ ^b
۲۵	۲۰/۶۶±۰/۰۰۰ ^{ab}	۱۱/۸۷±۰/۰۴۰۲ ^g	۱۴/۱۶±۰/۰۲۶ ⁱ	۰/۶۱۳۰±۰/۰۰۳ ^d	۷/۹۱۳±۰/۰۱۸ ^d	۰/۲۸۹۰±۰/۰۰۳ ⁱ	۰/۲۸۹۰±۰/۰۰۳ ⁱ
۵۰	۱۸/۱۶±۰/۰۲۶ ^{b-d}	۱۴/۲۵±۰/۰۳۸۸ ^c	۱۵/۵۸±۰/۰۱۷۵ ^e	۰/۴۸۸۰±۰/۰۰۴ ^h	۶/۶۰۰±۰/۰۲۶ ^h	۰/۳۹۳۰±۰/۰۰۵ ^e	۰/۳۹۳۰±۰/۰۰۵ ^e
۰	۱۶/۳۹±۰/۰۲۵ ^{de}	۱۵/۴۸±۰/۰۲۵۱ ^a	۱۸/۶۷±۰/۰۴۳ ^a	۰/۳۴۴۳±۰/۰۰۴ ^l	۵/۲۷۳±۰/۰۲۳ ^k	۰/۵۴۲۰±۰/۰۰۲ ^a	۰/۵۴۲۰±۰/۰۰۲ ^a
۲۵	۱۹/۸۸±۰/۰۲۳ ^{a-c}	۱۳/۶۴±۰/۰۳۲۶ ^d	۱۵/۱۴±۰/۰۲۴ ^f	۰/۵۲۴۰±۰/۰۰۳ ^g	۷/۰۷۰±۰/۰۲۳ ^g	۰/۳۵۹۰±۰/۰۰۵ ^f	۰/۳۵۹۰±۰/۰۰۵ ^f
۵۰	۱۷/۹۹±۰/۰۱۸ ^{b-e}	۱۴/۷۱±۰/۰۳۷۸ ^b	۱۶/۴۸±۰/۰۲۱ ^d	۰/۴۵۱۰±۰/۰۰۲ ⁱ	۶/۲۵۳±۰/۰۲۴ ⁱ	۰/۴۲۵۷±۰/۰۰۳ ^d	۰/۴۲۵۷±۰/۰۰۳ ^d

داده ها Mean±SE را نشان می دهند. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد است.

نتایج حاصل از بررسی اثر کود مایع جلبکی *N. zanardinii* در سطوح مختلف کود اوره بر سرعت جوانه زنی

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر کود مایع جلبکی و کود اوره بر سرعت جوانه زنی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود، اما بین اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و اوره بر سرعت جوانه زنی اختلاف آماری معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیشترین میزان سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار غلظت ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره و کمترین میزان سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی بود (نمودار ۱، جدول ۳). جوانه زنی مربوط به تیمار غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی بود (نمودار ۱، جدول ۳).



سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره

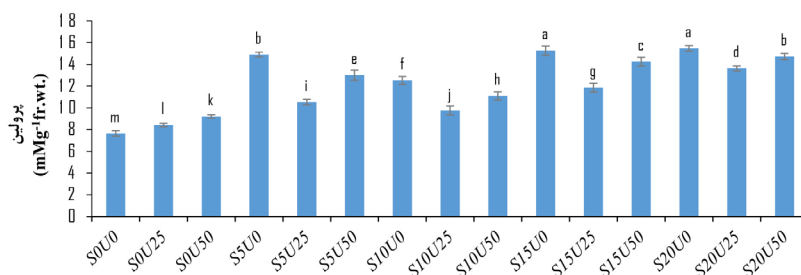
نمودار ۱: اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر سرعت جوانه زنی. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد است.

S: سطوح مختلف کود مایع جلبکی (S۰: آب دوبار تقطیر، S5، S10، S15، S20: به ترتیب غلظت ۱۵، ۱۰، ۵ و ۲۰ درصد کود مایع جلبکی)

U: سطوح مختلف کود اوره (U۰: عدم مصرف کود اوره، U25 و U50 به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره)

نتایج حاصل از بررسی اثر کود مایع جلبکی *N. zanardinii* در سطوح مختلف کود اوره بر میزان پرولین

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها، اثر کود مایع جلبکی و کود اوره بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. هم چنین اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر میزان پرولین در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان پرولین در تیمار غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی و کمترین میزان آن در تیمار غلظت ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره مشاهده شد (نمودار ۲، جدول ۳).



سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره

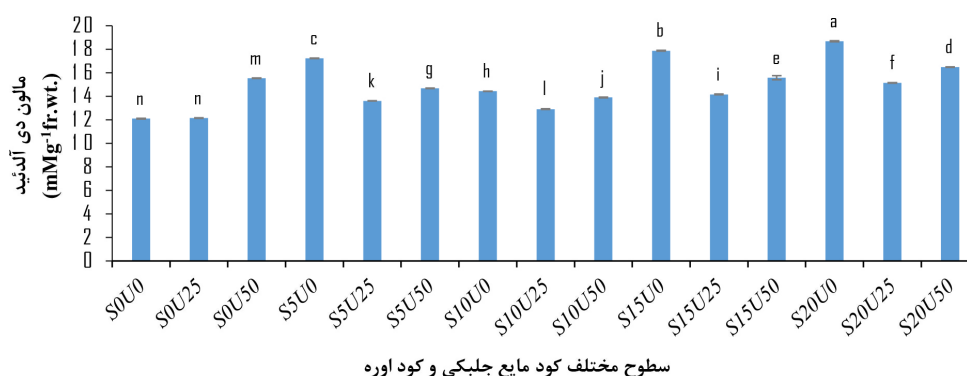
نمودار ۲: اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر پرولین. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد است.

S: سطوح مختلف کود مایع جلبکی (S0: آب دوبار تقطیر، S5، S10، S15، S20: به ترتیب غلظت ۱۵، ۱۰، ۵ و ۲۰ درصد کود مایع جلبکی)

U: سطوح مختلف کود اوره (U۰: عدم مصرف کود اوره، U25 و U50 به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره)

نتایج حاصل از بررسی اثر کود مایع جلبکی *N. zanardinii* در سطوح مختلف کود اوره بر میزان مالون دی آلدئید

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده ها، اثر کود مایع جلبکی و کود اوره بر میزان مالون دی آلدئید در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. هم چنین اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر میزان مالون دی آلدئید در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان مالون دی آلدئید به ترتیب در تیمار غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی و تیمار غلظت ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره مشاهده شد (نمودار ۳، جدول ۳).

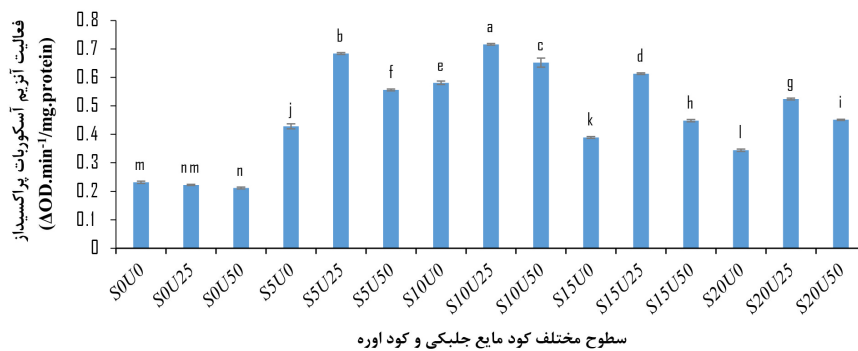


نمودار ۳: اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر مالون دی آلدئید. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد است.
 S: سطوح مختلف کود مایع جلبکی (S0: آب دوبار تقطیر، S5، S10، S15: به ترتیب غلظت ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد کود مایع جلبکی)
 U: سطوح مختلف کود اوره (U0: عدم مصرف کود اوره، U25 و U50 به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره)

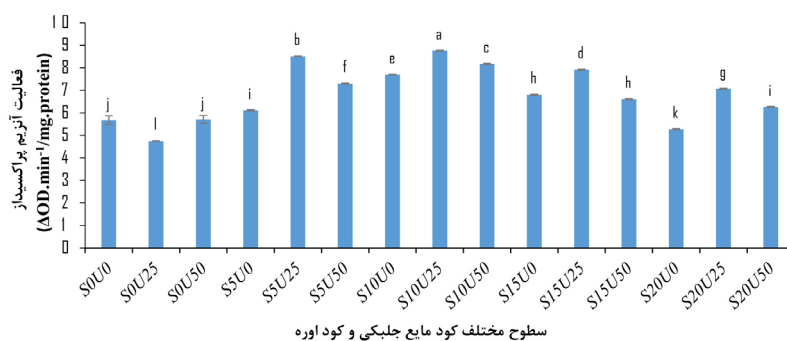
نتایج حاصل از بررسی اثر کود مایع جلبکی *Nizamuddinina zanardinii* در سطوح مختلف کود اوره بر میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که کود مایع جلبکی و کود اوره بر میزان فعالیت آنزیم های آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد داشت. اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره نیز بر میزان فعالیت آنزیم های آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز اختلاف آماری معنی داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۲). بیشترین میزان فعالیت آنزیم های آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز در

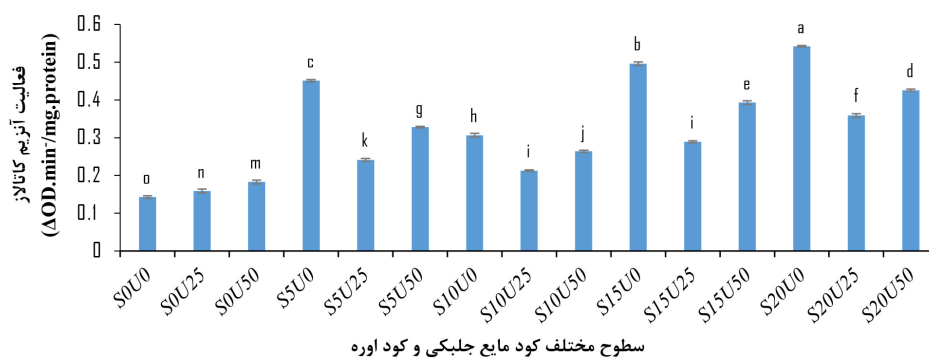
تیمار غلظت ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اویره مشاهده شد. کمترین میزان فعالیت آنزیم های آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز در تیمار غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی مشاهده شد (نمودارهای ۴ و ۵، جدول ۳). بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به تیمار غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی و کمترین میزان آن مربوط به تیمار غلظت ۱۰ درصد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اویره بود (نمودار ۶، جدول ۳).



نمودار ۴: اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اویره بر آنزیم پراکسیداز. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگینها در سطح احتمال پنج درصد است.
 S: سطوح مختلف کود مایع جلبکی (S0: آب دوبار تقطیر، S5، S10، S15، S20: به ترتیب غلظت ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد کود مایع جلبکی)
 U: سطوح مختلف کود اویره (U0: عدم مصرف کود اویره، U25 و U50 به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اویره)



نمودار ۵: اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اویره بر آنزیم پراکسیداز. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد است.
 S: سطوح مختلف کود مایع جلبکی (S0: آب دوبار تقطیر، S5، S10، S15، S20: به ترتیب غلظت ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد کود مایع جلبکی)
 U: سطوح مختلف کود اویره (U0: عدم مصرف کود اویره، U25 و U50 به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اویره)



نمودار ۶: اثر متقابل سطوح مختلف کود مایع جلبکی و کود اوره بر آنزیم کاتالاز. حروف مختلف مبین معنی دار بودن میانگین ها در سطح احتمال پنج درصد است.

S: سطوح مختلف کود مایع جلبکی (S0: آب دوبار تقطیر، S5، S10، S15، S20: به ترتیب غلظت ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد کود مایع جلبکی)

U: سطوح مختلف کود اوره (U0: عدم مصرف کود اوره، U25 و U50 به ترتیب ۲۵ و ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره)

بحث

جلبک های دریایی بخش جدایی ناپذیر از اکوسیستم های ساحلی دریا را تشکیل می دهند و در مجموع با قدمتی بالغ بر ۴۰ میلیون سال در مقایسه با دیگر رستنی ها مقام نخست را از نظر تولید انرژی و هم چنین مواد تجدید شونده کسب کرده اند. تخمین زده شده حدود ۹۰۰۰ گونه از جلبک های ماکروسکوپی وجود دارد که در این بین، جلبک های قهوه ای فراوان ترین گروه متشکل از ۲۰۰۰ گونه را به خود اختصاص داده است و از آن جایی که جلبک های قهوه ای حاوی مقادیر بالایی فسفر و پتاسیم هستند، بیش تر از سایر جلبک های دریایی در کشاورزی پایدار مورد استفاده قرار گرفته اند (Khan et al., 2009).

طبق نتایج حاصل از این تحقیق، استفاده از کود مایع جلبکی *Nizamuddinina zanardinii* موجب افزایش معنی دار سرعت جوانه زنی نسبت به شاهد شد. ترکیب کود مایع جلبکی با ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره منجر به افزایش قابل توجهی در میزان شاخص رشد ذکر شده گردید تا جایی که در غلظت ۱۰ درصد عصاره جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره حداکثر میزان را نشان داد، اما در تیمارهایی که از مخلوط کود جلبکی به همراه ۵۰ درصد میزان مصرف کود شیمیایی اوره استفاده شد، کاهش در میزان سرعت جوانه زنی نسبت به تیمارهای مخلوط کود جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره دیده شد.

مطابق با این نتایج (Sivasankari et al., 2006) با مطالعه اثر کود مایع جلبکی *Sargassum wightii* و *Caulerpa chemnitzia* بر روی گیاه لوبیا بهبود جوانه زنی گیاه را گزارش کرد. این افزایش ممکن است به دلیل وجود هورمون ژیبیرلین در کود مایع جلبکی باشد. هورمون ژیبیرلین با ساخت مجدد آنزیم های آمیلاز، تجزیه نشاسته را افزایش می دهد و در نتیجه سبب افزایش جوانه زنی می گردد. هم چنین آن ها گزارش کردند در نمونه های تیمار شده با غلظت های پائین کود مایع جلبکی، میزان فعالیت آلفا آمیلاز و بتا آمیلاز افزایش یافته است که این افزایش در مورد آنزیم آلفا آمیلاز بیشتر از بتا آمیلاز بوده است. در تحقیق دیگری Sridhar and Rengasamy (2010) بهبود جوانه زنی، افزایش ارتفاع و وزن خشک گیاه جعفری تیمار شده با کود مایع جلبک قهوه ای *Sargassum wightii* به همراه ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود شیمیایی را گزارش کردند.

اثر کود مایع جلبکی *Gracilaria edulis* و *Kappaphycus alvarezii* را بر گندم مطالعه کردند و افزایش رشد و عملکرد گیاه را گزارش نمودند. (Mukesh et al., 2013) با مطالعه اثر عصاره جلبک *Ascophyllum nodosum* بر روی گیاه لوبیا افزایش سرعت جوانه زنی و بهبود استقرار بوته را گزارش کردند.

تغذیه گیاه یکی از مهم ترین عوامل، افزایش تولید گیاه است. نیتروژن شناخته شده ترین نقش را در گیاهان به دلیل حضور در ساختار مولکولی پروتئین ها دارند. علاوه بر این نیتروژن در ساختار ترکیبات مهم متابولیسمی از قبیل اسیدهای نوکلئیک، آنزیم ها و رنگدانه های فتوسنتزی و در ساختار مولکول های مهم از جمله پورین ها، پیریمیدین ها و پورفیرین ها وجود دارند. کمبود نیتروژن باعث اختلال در فرآیند فتوسنتز و در نتیجه کاهش رشد رویشی و وزن خشک گیاه می گردد (Latique, and Candidate, 2013).

گزارش کردند با افزایش مصرف کود دوره حاوی نیتروژن میزان ماده خشک تولیدی در واحد سطح افزایش می یابد. البته باید توجه داشت که با افزایش نیتروژن تا یک حدی وزن خشک به صورت خطی افزایش می یابد و پس از آن روند کاهشی می یابد. از جمله هورمون های رشد موجود در کود مایع جلبکی اکسین می باشد. اکسین می تواند با فعال کردن پمپ های H^+ -ATPase سبب اسیدی شدن فضای آپوپلاستی شود و در نتیجه با فعال شدن برخی آنزیم ها، دیواره سلولی سست می گردد. این پمپ با تولید شیب الکتروشیمیایی پروتون، نیرو محرکه لازم برای جذب و برون شارش یون ها و متابولیت ها را از خلال غشای پلاسمایی فراهم

می کند. ممانعت از فعالیت پمپ H^+ -ATPase موجب کاهش جذب آب و مواد معدنی شده و در نتیجه فرایندهای حیاتی گیاه از جمله فتوسنتز و به دنبال آن سنتز پروتئین و کربوهیدرات ها مختل گشته و منجر به کاهش رشد گیاه می گردد (Khan et al., 2009). طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، کاربرد کود مایع جلبکی موجب افزایش میزان پرولین نسبت به شاهد شد. پرولین به عنوان یک اسمولیت آنتی اکسیدان غیر آنزیمی نقش مهمی در حفاظت گیاه از طریق تنظیم فشار اسمزی گیاه، جلوگیری از دناتورده شدن آنزیم ها، حفظ حلالیت پروتئین ها، پایداری غشاء سلولی و حذف رادیکال های آزاد دارد (Behdad et al., 2010). پرولین به عنوان پایدارترین اسید آمینه ای که در برابر هیدرولیز اکسیداتیو مقاومت کرده و کمترین اثر بازدارندگی را بر رشد سلول ها دارد، شناخته شده است. هم چنین پرولین به عنوان منبعی برای کربن و نیتروژن جهت ترمیم اثرات تنش و تعدیل پتانسیل اکسیداسیون و احیاء سلول معرفی شده است (Khattab and Afifi, 2009).

گونه های فعال اکسیژن نظیر رادیکال سوپراکسید (O_2^-)، رادیکال هیدروکسیل (OH^-) و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) میل ترکیبی بسیار زیادی جهت واکنش با مولکول های زیستی مهم از قبیل پروتئین ها، لیپیدها، کربوهیدرات ها و اسیدهای نوکلئیک دارند، که منجر به ایجاد خسارت و در نهایت مرگ سلول می شوند. بررسی میزان فعالیت آنزیم های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، گلوکاتایون ردوکتاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و مالون دی آلدئید از شاخص های مهم در بررسی تنش های اکسیداتیو هستند (Bailly, 2004, Mittler, 2002).

گونه های فعال اکسیژن در طول متابولیسم طبیعی گیاه در هر سلول زنده، حتی در شرایط بهینه به عنوان محصولات متابولیسم طبیعی در اندامک های سلولی مختلف از جمله کلروپلاست، میتوکندری، پراکسی زوم و گلی اکسی زوم ها و در هر محلی که زنجیره ترابری الکترون وجود دارد، تولید می شوند (Zheng et al., 2007). بروز پراکسیداسیون در لیپیدهای غشاء به واسطه فعالیت گونه های اکسیژن واکنش گر ناشی از تنش باعث اختلال در نفوذپذیری غشاء و کاهش شاخص پایداری غشاء می گردد، هم چنین منجر به اختلال در یکپارچگی غشاء به عنوان یک شاخص برای تعیین میزان خسارت تنش اکسیداتیو در موجودات زنده با شرایط تنش زا مطرح است. مالون دی آلدئید محصول پراکسیداسیون غشاء سلولی است که در شرایط تنش بر اثر پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع توسط گونه های اکسیژن واکنش گر تولید

می شود (Del Rio et al., 2006).

ساز و کارهای اصلی پاکسازی گونه های اکسیژن واکنش گر در گیاهان شامل آنزیم های آسکوربات پراکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز می باشد که قادر به خنثی کردن گونه های اکسیژن واکنش گر می باشند. علت افزایش پراکسیداسیون غشاء ممکن است به دلیل ناتوانی سیستم آنتی اکسیدانی آنزیمی یا غیر آنزیمی گیاه برای از بین بردن گونه های فعال اکسیژن باشد (Allen and Ort, 2001). بر اساس نتایج حاصل بیشترین میزان مالون دی آلدئید مربوط به غلظت ۲۰ درصد کود مایع جلبکی بود که در این غلظت کمترین فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز مشاهده شد. افزایش فعالیت آنزیم های پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز در غلظت های پائین تر کود مایع جلبکی می تواند کاهش میزان پراکسیداسیون غشاء سلولی را غلظت های پائین کود مایع جلبکی توجیه نماید. در این تیمارها آنزیم های آنتی اکسیدانی با پائین آوردن غلظت های گونه های فعال اکسیژن از اثر آن ها بر رشد و نمو گیاه جلوگیری می نمایند و حداکثر میزان سرعت جوانه زنی در غلظت های پائین کود مایع جلبکی دیده شده است.

(Borzooyi et al., 2012) گزارش کردند گیاهان تغذیه شده با نیتروژن تجمع کمتر مالون دی آلدئید را در شرایط تنش از خود نشان دادند. این امر احتمالاً به دلیل تجمع ترکیبات حاوی نیتروژن از جمله گلایسین بتائین می باشد که دارای اثرات سازگارکنندگی بوده و قادر است ساختارهای درون سلولی از جمله غشاء سلولی را پایدار نگه دارد که نتایج حاصل از این تحقیق مطابق با آن است.

(Christobel, 2008) به بررسی اثر غلظت های مختلف کود مایع جلبک قهوه ای *Sargassum wightii* (صفر، ۱، ۵، ۱۰ و ۲۵ درصد) بر گیاه *Phaseolus aureus* پرداخت. نتایج نشان داد غلظت های پائین کود مایع جلبکی موجب افزایش قابل ملاحظه ای در میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز نسبت به شاهد شد. در تحقیق دیگری Akila and (Jeyados, 2010) با کاربرد غلظت های پائین کود مایع جلبکی *Sargassum wightii* بر روی گیاه آفتابگردان، افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز را گزارش کردند که با نتایج حاصل از این تحقیق در توافق است.

(Chernane et al., 2015) به بررسی اثر عصاره جلبک سبز *Ulva rigida* بر روی گیاه گندم پرداختند و افزایش میزان وزن خشک گیاه، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز را گزارش کردند، که نتایج حاصل از این تحقیق مطابق با آن است.

(Thambiraj et al., 2012) گزارش کردند کاربرد کود مایع جلبک قهوه ای *Sargassum wightii* بر روی گیاه *Cyamopsis tetragonoloba* باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز و افزایش طول ساقه و ریشه و وزن خشک گیاه نسبت به تیمار شاهد شده است. به گونه ای که بیشترین طول ساقه و ریشه و وزن خشک گیاه در کمترین غلظت کود مایع جلبکی دیده شد و با افزایش غلظت کود مایع جلبکی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت، که نتایج حاصل از این تحقیق مطابق با آن است. آنزیم پراکسیداز با استفاده از مواد فنولیک به عنوان دهنده الکترون باعث تجزیه پراکسید هیدروژن می شود (Vafaei, 2013) و آنزیم آسکوربات پراکسیداز در چرخه گلوکاتایون-آسکوربات با استفاده از آسکوربات به عنوان دهنده الکترون باعث تجزیه پراکسید هیدروژن می گردد (Chernane et al., 2015). بین سطوح آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز برای تعیین سطح رادیکال های سوپراکسید هیدروژن تعادل برقرار است. میل ترکیبی آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز با پراکسید هیدروژن نشان-دهنده تفاوت در سطح واکنش این دو آنزیم پاک کننده است. به گونه ای که آسکوربات پراکسیداز در غلظت های پائین تر پراکسید هیدروژن فعال شده و کاتالاز مسئول برطرف کردن اکسیژن واکنش گر مازاد در طی تنش می باشد (Vafaei, 2013). که کاهش میزان کاتالاز در غلظت های پائین کود مایع جلبکی را توجیه می کند.

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که کاربرد کود مایع جلبکی *N. zanardinii* با افزایش توان جذب آب توسط بذرها و هم چنین احتمالاً از طریق تحریک هورمون های جوانه زنی، موجب بهبود رشد دانه رست های گندم و افزایش مقاومت به تنش های اکسیداتیو گردید. کاربرد کود مایع جلبکی به همراه ۲۵ درصد میزان مصرف متداول کود اوره باعث افزایش قابل توجه سرعت جوانه زنی، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز و کاهش میزان مالون دی آلدئید، پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به تیمار کود مایع جلبکی به همراه ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود شیمیایی اوره شد. کاهش شاخص های رشد و جوانه زنی بذر گندم و افزایش میزان مالون دی آلدئید، پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهایی که از کود مایع جلبکی به همراه ۵۰ درصد میزان مصرف متداول کود اوره استفاده شد، احتمالاً ناشی از افزایش بیش از حد میزان نیتروژن در گیاه و در نتیجه بروز مسئله سمیت نیتروژن و یا بر هم خوردن تعادل هورمونی بذر باشد.

منابع

- Aebi, H. (1984) Catalase in vitro. *Methods in Enzymology* 105: 121-126.
- Akila, N. and jeyados, T. (2010) The potential of seaweed liquid fertilizer on the growth and antioxidant enhancement of *Helianthus annuus* L. *Oriental Journal of Chemistry* 26(4):1353-1360.
- Allen, D.J. and Ort, D.R. (2001) Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in Plant Science* 6(1):36-41.
- Bahrani, A., Heidari Sharif Abad, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Moafpourian, GH. and Ayneh Band, A. (2015) Remobilization of dry matter in wheat: effects of nitrogen application and post-anthesis water deficit during grain filling. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 39(4): 279-293.
- Bailly, C. (2004) Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Science Research* 14:93–107.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Tear, I.D. (1975) Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil* 39(1): 205-207.
- Behdad, A., Abrishamchi, P. and Jankgu, M. (2010) *Alleopathic* effect of *Artemisia khorrassanica* Podl. Extraction on seed germination, growth and some biochemical characteristics of *Bromus kopetdaghensis* Drobov. *Shahid Chamran University Journal of Science* 25(1): 78-92.
- Borzooyi, A., Kafi, M., Khazayi, H.R. and Pirvali, N. (2012) Effects of Different Levels of Salinity and Nitrogen Fertilizer on Physiological and Biochemical Characteristics of Two Salt Sensitive and Salt-Tolerant Wheat Cultivars. *Iranian Journal of Field Crop Science* 43(2):243-255. (In Persian).
- Carvalho, M.E.A., Castro, P.R.C., Novembre, A. and Chamma, H.M.C.P. (2013) Seaweed extract improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 13:1104-1107.
- Chen, G.N. and Asada, K. (1989) Ascorbate peroxidase in tea Leaves: occurrence of

- two isozymes and differences in their enzymatic and molecular properties. *Plant and Cell Physiology* 30: 987-998.
- Chernane, H., Latique, S., Mansori, M. and El Kaoua, M. (2015) Salt stress tolerance and antioxidative mechanisms in wheat plants (*Triticum durum* L.) by seaweed extracts application. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 8:36-44.
- Davey, M.W., Stals, E., Panis, B., Keulemans, J. and Swennen, R.L. (2005) High throughput of malondialdehyde in plant tissue. *Analytical Biochemistry* 347: 201-207.
- Del Rio, L.A., Sandalio, L.M., Corpas, F.J., Palma, J.M. and Barroso, J.B. (2006) Reactive oxygen species and reactive nitrogen species in peroxisomes. production, scavenging, and role in cell signaling. *Plant Physiology* 141: 330-335.
- Erulan, V., Thirumaran, G., Soundarapandian, P. and Ananthan, G. (2009) Studies on the effect of *Sargassum polycystum* (C. agardh, 1824) extract on the growth and biochemical composition of *Cajanus Cajan* (L.) Mill sp. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 6(4): 392-399.
- Gharanjik, B.M. (2002) A survey of the changes density, frequency and biomass of three species of brown algae *Sargassum glaucescens*, *Cystoseira indica*, *Nizamuddinina zanardinii* in the coast of Sistan and Baluchestan (In Persian).
- Hoyle, M.C. (1972) Indoleacetic acid oxidase: A dual catalytic enzyme. *Plant Physiology* 50: 15-18.
- Kalaivanan, C., Chandrasekaran, M. and Venkatesalu, V. (2012) Effect of seaweed liquid extract of *Caulerpa scalpelliformis* on growth and biochemical constituents of black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). *Phycological Society* 42(2): 46-53.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S., Jithesh, M.N., Rayorath, P., Hodges, D.M., Critchley, T., Craigie, S., Norrie, J. and Prithiviraj, B. (2009) Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28(4): 386-399.
- Khattab, E. and Afifi, M. (2009). Effect of proline and glycinebetain on canola plants grown under salinity stress condition. *Modern Journal Applied Biology Crop*

Science 3(2): 42-51.

- Kumar, G. and Sahoo, D. (2011) Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology* 23(2): 251-255.
- Latique, S. and Candidate, D. (2013) Seaweed liquid fertilizer effect on physiological and biochemical parameters of bean plant (*Phaesolus vulgaris* var. paulista) under hydroponic system. *European Scientific Journal* 9(30): 174-191.
- Mittler, R. (2002) Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science* 7:405-410.
- 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.
- Nedumaran, T. (2012) Mineral composition and plant growth regulators in brown seaweed, *Padina boergesenii*. *International Journal Current Tropical Research* 1(3): 137-139.
- 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. (In Persian).
- 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.
- Roumani, A. and Ehteshami, S.M. (2014) Effect of different levels of salinity stress on seed germination and early growth of fenugreek (*Trigonella foenum* L.) seedling. *Iranian Journal of Seed Research* 1(1):33-45. (In Persian).
- Saeedi, H. (2007) *Plant Systematics (in view of genealogy)*, 2nd ed., Publications University of Isfahan 236 pp. (In Persian).
- 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.
- Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M. and Chandrasekaran, M. (2006) Effect

- of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology* 97(14):1745-1751.
- Sridhar, S. and Rengasamy, R. (2010) Studies on the effect of seaweed liquid fertilizer on the flowering plant *Tagetes erecta* in field trial. *Advances in Bioresearch* 1(2): 29-34.
- 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): 065-070.
- Thirumaran, G., Arumugam, M., Arumugam, R. and Anantharaman, P. (2009) Effect of seaweed liquid fertilizer on growth and pigment concentration of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2(2): 50-56.
- Vafaei, M. (2013) A study on allelopathic effect of olive pomace on wheat growth. MS Thesis. Shahid chamran university of Ahvaz (In Persian).
- 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.
- Zheng, Y.Q., Liu, J.X., Wang, J.N. and Xu, L. (2007) Effects of crocin on reperfusion-induced oxidative/nitrative injury to cerebral microvessels after global cerebral ischemia. *Brain Research* 1138: 86-94.