گل و گیاهان زینتی (۱۴۰۴)، ۱۰(۲): ۲۱۵-۲۳۰

مقاله پژوهشی

بهبود رشد رویشی و ویژگی های مورفو-فیزیولوژیک سرخدار با کاربرد جیبرلیک اسید و هیومیک اسید

میثم طهماسبپور کریمی، مهناز کریمی*، حسین مرادی

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری

karimi@sanru.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۶/۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۱۱

چکیده

سرخدار (*Taxus baccata* L.) یکی از ذخایر با ارزش گیاهی ایران بوده و با توجه به برداشت‌های بی‌رویه و تخریب رویشگاه طبیعی، در معرض نابودی و انقراض قرار دارد. این درخت در منظر شهری می‌تواند به صورت تک درخت یا پرچین کاربرد داشته باشد. سرعت رشد گیاهان در گزینش آن ها برای کاشت در منظر موثر است. سرخدار در دسته گیاهان کند رشد قرار دارد که کاربرد آن در منظر را محدود می‌کند. برای بررسی اثر جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر بهبود رشد رویشی و ویژگی های مورفو-فیزیولوژیک نهال‌های سرخدار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول جیبرلیک اسید در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌صورت محلول‌پاشی و فاکتور دوم هیومیک اسید (صفر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به‌صورت آبیاری پای بوته در نظر گرفته شد. بررسی نتایج مربوط به اثر تیمارهای جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر صفات مورد بررسی در نهال‌های سرخدار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارهای مورد آزمایش بود. بیشترین تعداد جوانه جانبی مربوط به تیمارهای هیومیک اسید، جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با هیومیک اسید و بدون ترکیب با هیومیک اسید بود. بیشترین رشد طولی شاخه مربوط به تیمارهای هیومیک اسید بدون جیبرلیک اسید و تیمار جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون هیومیک اسید بود. بیشترین میزان کلروفیل در گیاهان تیمار شده با جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد به‌طوری‌که افزایش ۱۱ درصدی نسبت به شاهد داشت. بیشترین میزان فلاونوئید در جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با هیومیک اسید و بیشترین محتوای آنتی اکسیدانی در تیمارهای جیبرلیک اسید ۵۰ و جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون هیومیک اسید ثبت شد. بررسی میزان عنصر برگ نشان داد در همه تیمارهایی که هیومیک اسید استفاده شده بود میزان عنصر فسفر افزایش داشته است. اعمال تیمارهای جیبرلیک اسید و هیومیک اسید در مقایسه با عدم کاربرد این ترکیبات توانست رشد گیاه را به‌ویژه با افزایش تعداد جوانه جانبی و تعداد شاخه بهبود بخشد. همچنین در عین بهبود رشد رویشی صفات فیزیولوژیکی و میزان عناصر نیتروزن و فسفر درونی گیاه نیز افزایش معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند. همچنین ترکیبات فلاونوئیدی و آنتی اکسیدانی در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش معناداری داشت. بنابراین، استفاده از جیبرلیک اسید و هیومیک اسید به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر برای بهبود رشد رویشی و ویژگی های مورفوفیزیولوژیک سرخدار توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بازدانگان، کلروفیل، مواد آلی، هورمون.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

مقدمه

سرخدار[۱] از تیره سرخدار گیاهی همیشه سبز و کند رشد از دسته بازدانگان می‌باشد. ارتفاع گیاهان کهنسال این درخت در مناطق بومی به ۱۵ متر نیز می‌رسد. دارای برگ‌های نواری شکل به طول دو تا سه سانتی‌متر و میوه‌های سته به رنگ قرمز است. این گیاه علاوه بر استفاده در منظر، در صنعت (منبت‌کاری، مجسمه‌سازی و...) و داروسازی کاربرد دارد. تاکسول موجود در برگ و میوه جهت استفاده در داروهای ضد سرطان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Benham *at el*., 2016). سرخدار یکی از ذخایر با ارزش گیاهی ایران محسوب شده و با توجه به برداشت‌های بی‌رویه و تخریب رویشگاه طبیعی، در معرض نابودی و انقراض قرار دارد. قطع این درخت از سال ۱۳۷۱ ممنوع اعلام شده است (Hosseini *et al*., 2001). برای حفظ گیاهان در معرض انقراض، یکی از روش‌های مورد استفاده می‌تواند توسعه کشت این گیاهان در منظر شهری باشد که علاوه بر زیباسازی محیط شهری می‌تواند به حفظ آنها کمک نماید.

درختان و درختچه‌های زینتی از لحاظ سرعت رشد رویشی به سه دسته کند رشد، با رشد متوسط و سریع الرشد تقسیم می‌شوند. در گیاهان کند رشد سرعت رشد بسیار پایین بوده و چندین سال طول می‌کشد تا به درخت بالغ تبدیل شوند. از لحاظ سرعت رشد، گونه سرخدار در دسته کند رشد قرار می‌گیرد (Karimi, 2017).

استفاده از ترکیبات مختلف هورمونی و کودهای آلی می‌تواند نقش مهمی در بهبود رشد رویشی و مورفو-فیزیولوژیکی گیاهان داشته باشد. جیبرلین به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی موجود در درون گیاه نقش مهمی در جوانه زنی بذر، طویل شدن سلول، گلدهی، تشکیل میوه و بذر و غیره دارد (Ouzounidou & Ilias, 2005; Ramesh & Kumar, 2006). جیبرلیک اسید (GA_3) یکی از رایج‌ترین جیبرلین‌هایی است که به صورت مصنوعی سنتز شده و در دسترس می‌باشد. بررسی‌های مختلفی در خصوص اثر تیمار جیبرلیک اسید بر خصوصیات رویشی و زایشی گیاهان مختلف صورت گرفته است. در پژوهشی محلول‌پاشی با جیبرلیک اسید روی دانهال‌های کاج جنگلی[۲] و درخت نوئل کانادایی[۳] طول ساقه دانهال‌ها را افزایش داد (Little & MacDonald, 2003). در پژوهشی دیگر تیمار نهال‌های کنار[۴] با غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید سبب افزایش طول میانگره و ارتفاع ساقه نسبت به تیمار شاهد گردید (Moalemi *et al*., 2009). در تحقیقی بررسی تاثیر جیبرلیک اسید در چهار سطح (۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر روی میزان رشد رویشی نهال‌های جوان زیتون[۵] مورد بررسی قرار گرفت. در غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر، ارتفاع ساقه، طول میانگره، سطح برگ و ریشه، وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ افزایش معناداری نسبت به شاهد نشان دادند (Akbari Chermahini & Moallemi., 2011).

در پژوهشی محلول‌پاشی جیبرلیک اسید با غلظت ۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر بر صفات مورفولوژیکی نهال یک‌ساله گیاه اکالیپتوس[۶] مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج به‌دست آمده جیبرلیک اسید به‌طور معنی‌داری طول ساقه و ریشه را افزایش داد (Liu *et al*., 2018). در مطالعه‌ای تاثیر محلول‌پاشی جیبرلیک اسید (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر خصوصیات کمی و کیفی میوه نارنگی[۷] مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق ۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به‌طور معنی‌داری باعث افزایش قطر

۱- *Taxus baccata* ۲- *Pinus sylvestris* ۳- *Picea glauca* ۴- *Ziziphus spina-christi* ۵- *Olea europaea*
۶- *Eucalyptus grandis* ۷- *Citrus reticulata*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

و طول میوه شد. همچنین بیشترین میزان فنل و فلاونوئید به‌ترتیب در غلظت صفر و ۵۰ میلی‌گرم جیبرلیک اسید به‌دست آمد (Pishvaei & Rastegar, 2019).

در آزمایشی کاربرد جیبرلیک اسید روی گیاه کنف[۱] سبب افزایش طول فیبر شد (Muniandi *et al*., 2018). در پژوهشی دیگر تاثیر کاربرد جیبرلیک اسید در دو سطح ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر روی نهال نوئل کانادائی مورد بررسی قرار گرفت. تاثیر جیبرلیک اسید با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بر رشد رویشی نهال معنی‌دار بود (Little & MacDonald, 2003).

استفاده از تغذیه مناسب می‌تواند در بهبود رشد نهال‌های مختلف گیاهان موثر باشد (Aslani *et al*., 2019). در این راستا، مصرف کودهای آلی به‌عنوان راهکاری مهم در بهبود تولید نهال و کاهش بروز آلودگی‌های زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته است. هوموس نوعی ماده آلی است که از هیومیک اسید، اسید فولیک و هیومین تشکیل شده است (Hatami *et al*., 2020). مواد هیومیکی مواد آلی هستند که به‌عنوان فرآیند نهایی تجزیه گیاه و حیوان برای میلیون‌ها سال در خاک به‌دست می‌آیند و یکی از فراوان‌ترین مواد آلی در سطح زمین به‌حساب می‌آیند (Hemati *et al*., 2022). هیومیک اسید باعث بهبود تخلخل خاک، افزایش میزان تهویه، افزایش نفوذپذیری و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود. این ماده آلی در بهبود رشد ریشه و جذب بهتر عناصر نقش دارد. جذب نیتروژن را بهبود بخشیده و در نتیجه با افزایش میزان تولید پروتئین‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌ها در چرخه فتوسنتزی، باعث افزایش رشد گیاه می‌گردد (Cahyo *et al*., 2014; Keshavarz *et al*., 2019).

در آزمایشی اثر هیومیک اسید در چهار سطح (۰، ۱۵۰۰، ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بر برخی ویژگی‌های رویشی نهال لیمو مکزیکی[۲] مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش، معنی‌دار بودن اثر هیومیک اسید بر ارتفاع بوته را نشان داد. همچنین تعداد شاخه‌ها با استفاده از هیومیک اسید به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Aboutalebi & Hassanzadeh, 2016). کاربرد هیومیک اسید بر بستر کشت نهال پسته[۳] باعث بهبود جذب فسفر در اندام‌های هوایی شد (Mirhosseini *et al*., 2011). در تحقیقی اثر اسید هیومیک (به دو شکل محلول و به‌ترتیب با غلظت‌های ۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به خاک و به شکل محلول‌پاشی بر سطوح برگ نهال‌ها با غلظت‌های ۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر هدایت روزنه‌ای و متغیرهای رویشی نهال‌های توت سفید در بستر نهالستان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمار اسید هیومیک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اضافه شده به خاک باعث ایجاد بیشترین مقادیر میانگین متغیرها از جمله قطر ساقه، ارتفاع نهال، تعداد برگ، تعداد شاخه، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی شد (Kartoolinejad & Sahebalam, 2024).

با توجه به کند رشد بودن گیاه سرخدار هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش جیبرلیک اسید و هیومیک اسید در بهبود رشد رویشی و صفات موفو- فیزیولوژیکی این گیاه بود.

۱- *Hibiscus cannabinus*
۲- *Citrus×aurantifolia*
۳- *Pistacia vera*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۳ در گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا گردید. فاکتور اول شامل جیبرلیک اسید در سه سطح (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و فاکتور دوم هیومیک اسید (صفر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود.

ابتدا نهال‌های دو ساله، سالم و عاری از آفات و بیماری تهیه شد. گلدان‌ها در داخل گلخانه با میانگین دمای حدود ۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۵٪ نگهداری شدند. دو هفته بعد از سازگاری گیاهان به شرایط محیطی، جیبرلیک اسید با غلظت‌های تعیین شده پنج بار با فاصله ۱۵ روز به صورت محلول‌پاشی روی گیاهان اعمال گردید. محلول‌پاشی به گونه‌ای صورت می‌گرفت تا محلول به‌طور کامل گیاهان را پوشش دهد. در هر بار محلول‌پاشی حدود ۱۵ میلی‌لیتر محلول جیبرلیک اسید برای هر گیاه استفاده شد. هیومیک اسید هر ۱۵ روز به‌مدت چهار ماه تا زمان نمونه‌برداری در پای گلدان (هر گلدان ۲۰۰ میلی‌لیتر) استفاده شد. برای تمام گیاهان به‌طور منظم تغذیه با کود کامل تا اتمام آزمایش اجرا گردید. پس از چهار ماه از شروع آزمایش، رشد طولی بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد جوانه جانبی جدید، تعداد برگ، طول برگ، کلروفیل، فنل کل، فلاونوئید، فسفر و نیتروژن برگ مورد بررسی قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل از حلال متانول استفاده گردید. برگ مناسب جهت تعیین مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی انتخاب، سپس با دستگاه پانچ از قسمت میانی پهنک برگ، شش نمونه دایره‌ای به قطر شش میلی‌متر جدا گردید و بلافاصله درون لوله حاوی هشت میلی‌لیتر متانول ۱۰۰٪ قرار گرفتند. نمونه‌ها در محیط تاریک و دمای ۳۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. جذب عصاره در طول موج‌های ۶۶۵/۲، ۶۵۲/۴ و ۴۷۰ نانومتر قرائت گردید (Lichtenthaler & Buschmann., 2001).

برای اندازه‌گیری فنل کل، ترکیبات فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی، یک گرم از بافت برگ را در ۱۰ گرم متانول ۸۰٪ ساییده و محلول مورد نظر برای ۴۸ ساعت در تاریکی در شیکر قرار داده شد. از قسمت فوقانی عصاره، برای اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی مورد نظر استفاده شد. جهت اندازه‌گیری فنل کل از روش فولین سیوکالتیو (Slinkard & Singleton, 1977) استفاده شد. بدین منظور ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۱۰۰ میکرولیتر فولین سیوکالتیو و ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و پس از ۵ دقیقه استراحت، ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم یک مولار به آن افزوده شد. محلول فوق به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و حمام بخار ۴۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. در نهایت نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شدند. در نمونه شاهد نیز به جای عصاره، از متانول ۸۰٪ استفاده شد. برای رسم منحنی کالیبراسیون از غلظت‌های متفاوت استاندارد اسید گالیک (۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) در طول موج ۷۵۰ نانومتر استفاده شد.

برای محاسبه محتوای فلاونوئیدی از روش آلومینیوم کلراید استفاده شد (Chang *et al*., 2002). بدین جهت ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده با یک و نیم میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید ۱۰ ٪ در اتانول (۱۰ گرم آلومینیوم کلراید در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول و آب مقطر)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار (۹/۸ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. در نمونه شاهد به جای عصاره متانولی، از متانول خالص استفاده شد. سپس محلول نیم ساعت در تاریکی قرار داده شد و سپس بلافاصله در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت گردید. برای رسم منحنی کالیبراسیون از غلظت‌های متفاوت استاندارد کوئرسیتین (۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) استفاده شد.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

برای اندازه‌گیری میزان فسفر، نمونه خشک شده، آسیاب و یک گرم آن جدا و خاکستر خشک تهیه شد (چهار ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس). خاکستر حاصل در پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو نرمال حل شده و پس از عبور از کاغذ صافی مناسب (واتمن ۴۲) با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت فسفر در عصاره حاصل به روش آمونیوم مولیبدات وانادات تعیین شد. برای تهیه محلول فسفر، به‌میزان ۰/۳۱ گرم آمونیوم وانادات با ۵/۶۲ گرم آمونیوم مولیبدات مخلوط، سپس ۶۲/۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۰٪ اضافه و با آب مقطر به حجم یک لیتر رسید. سپس پنج میلی‌لیتر از عصاره به‌دست آمده، با پنج میلی‌لیتر از محلول آمونیوم هپتا مولیبدات وانادات ترکیب و به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسید. نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1800 pc) در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد و عدد قرائت شده با استفاده از منحنی استاندارد فسفر به میلی‌گرم بر کیلوگرم تبدیل و در نهایت مقدار فسفر نمونه محاسبه شد (Aboutalebi et *al*., 2007). برای اندازه‌گیری نیتروژن نمونه‌های برگ پس از شست‌و شو با آب مقطر، در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در حرارت ۵۴ درجه سلسیوس خشک شدند، سپس نمونه‌ها آسیاب شد و در سه مرحله هضم با استفاده از اسید سولفوریک، مرحله تقطیر با استفاده از سودسوزآور و اسید بوریک و مرحله تیتراسیون با استفاده از اسید سولفوریک، غلظت نیتروژن اندازه‌گیری شد (Kjeldahl, 1883).

تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج

بررسی نتایج مربوط به اثر تیمارهای جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر متغیرهای رویشی در نهال‌های سرخدار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار آماری در بین تیمارهای مورد آزمایش می‌باشد. به‌طوری‌که بر اساس اطلاعات حاصل از جدول تجزیه واریانس برهمکنش جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر صفات تعداد شاخه جدید و تعداد جوانه جانبی در سطح احتمال یک درصد و بر رشد طولی ساقه و قطر ساقه در سطح احتمال ۵٪ اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر برخی صفات مورد آزمایش در گیاه سرخدار.

Table 1. Variance analysis of the effect of gibberellic acid and humic acid on some tested characteristics of the yew plant.

منابع تغییرات Sources of Variation	درجه آزادی df	تعداد جوانه جانبی Number of lateral buds	تعداد شاخه جدید Number of new branches	رشد شاخه Branch growth	قطر ساقه Stem diameter
جیبرلیک اسید (A) Gibberllic acid	2	41.625**	0.031^{ns}	0.0480^{ns}	0.068**
هیومیک اسید (B) Humic acid	1	73.500**	0.350^{ns}	0.0001^{ns}	0.034^{ns}
A*B	2	120.875**	0.861**	0.875*	0.009*
خطا Error	18	5.083	0.141	0.194	0.183
ضریب تغییرات CV (%)		28.80	25.9	28.9	29.5

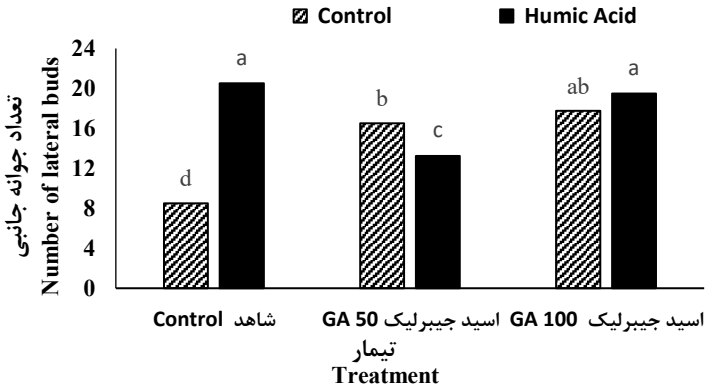
^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

^{ns}, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

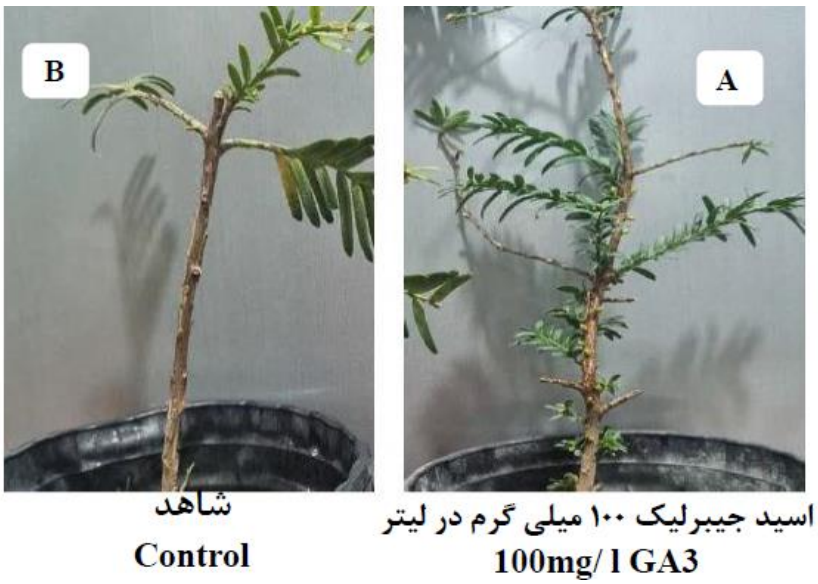
[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد جوانه جانبی با ۵۸٪ افزایش نسبت به تیمار شاهد مربوط به نهال‌های تیمار شده با اسید هیومیک در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بوده است که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با هیومیک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بدون تیمار هیومیک اسید نداشت. کمترین تعداد جوانه جانبی با ۸/۵ عدد مربوط به نهال‌های تیمار شاهد بدون هیومیک اسید بود (شکل ۱). در شکل ۲ مقایسه تعداد جوانه بین تیمار شاهد و تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نشان داده شده است.



شکل ۱- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر تعداد جوانه جانبی گیاه سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 1. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the number of lateral buds of the yew plant. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.



شکل ۲- مقایسه تعداد جوانه و شاخه تولید شده در گیاه سرخدار سه ماه پس از اعمال تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (A) و در تیمار شاهد (B).

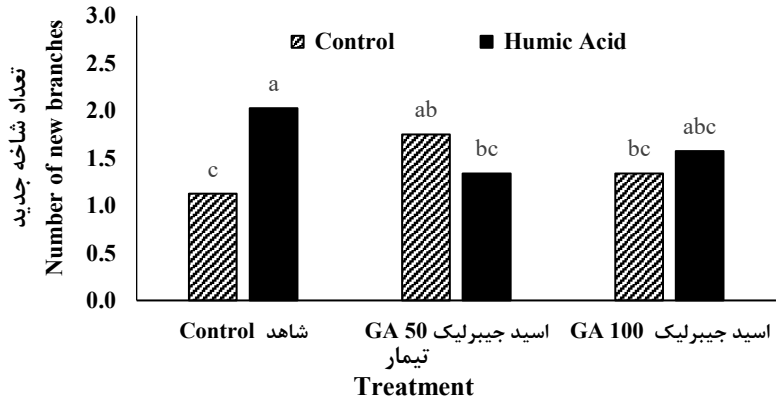
Figure 2. Comparison of the number of buds and branches produced by yew plants three months after treatment with 100 mg g^{-1} gibberellic acid (A) and in the control (B) treatment.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

برهمکنش مربوط به غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر تعداد شاخه جدید در نهال‌های سرخدار، در شکل ۳ نشان داده شده است. بیشترین تعداد شاخه جدید در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید بدون هیومیک اسید و تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در ترکیب با هیومیک اسید نداشت.

برهمکنش اثر تیمارها (شکل ۴) نشان داد که بیشترین رشد طولی بوته مربوط به تیمار هیومیک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون جیبرلین و استفاده از جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون اعمال هیومیک اسید بود. مقایسه میانگین قطر ساقه در واکنش به غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید و هیومیک اسید در شکل ۵ نشان می‌دهد استفاده از دو تیمار موجب افزایش این شاخص رشد نسبت به شاهد شده است؛ به‌طوری‌که استفاده از جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید بیشترین قطر ساقه را با افزایش ۵۲/۳۸٪ نست به شاهد را نشان دادند.



شکل ۳- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر تعداد شاخه جدید گیاه سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

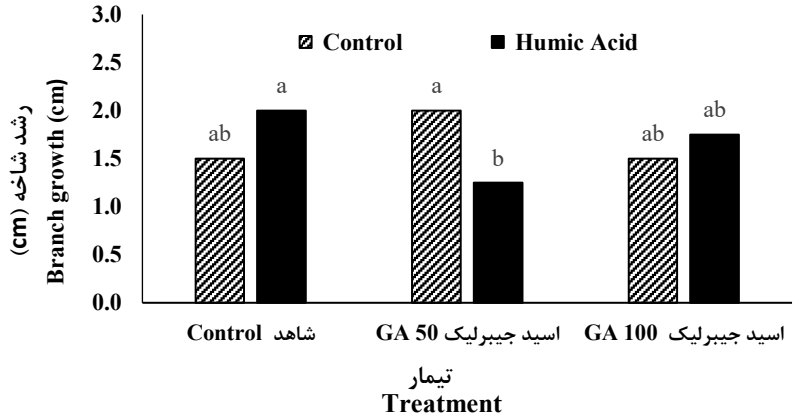
Figure 3. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the number of new branches of the yew plant. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ساده جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر محتوای کلروفیل، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و میزان عناصر ازت و فسفر برگ معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر صفات فیزیولوژیکی از جمله کلروفیل، فلاونوئید، کارتنوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی و عناصر ازت و فسفر برگ معنی‌دار شد.

بیشترین میزان کلروفیل در گیاهان تیمار شده با جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده شد؛ به‌طوریکه افزایش ۱۱ درصدی نسبت به شاهد داشت (شکل ۶). تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری در میزان کارتنوئید در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند. بیشترین میزان کارتنوئید در تیمار جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با هیومیک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که تفاوت معنی‌داری با جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت (شکل ۷).

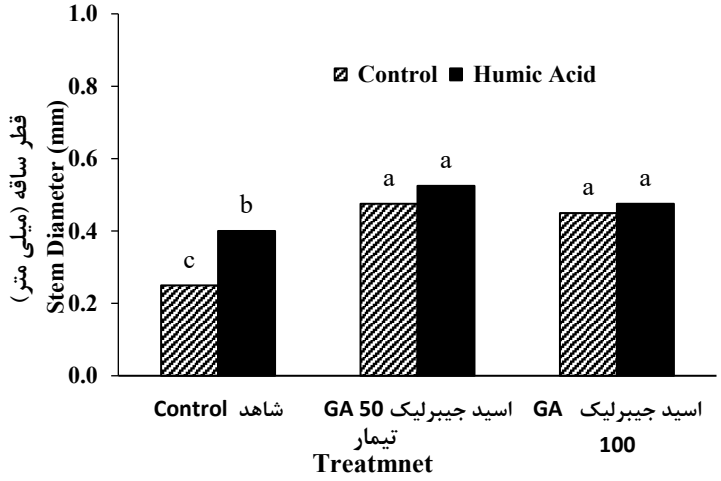
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]



شکل ۴- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر رشد شاخه گیاه سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 4. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the branch growth of the yew plant. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.



شکل ۵- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر قطر ساقه سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 5. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the stem diameter of the yew plant. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.

جدول ۲ - تجزیه واریانس اثر جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر برخی صفات فیزیولوژیکی مورد آزمایش در گیاه سرخدار.

Table 2. Variance analysis of the effect of gibberellic acid and humic acid on some physiological traits tested on the yew plant.

منابع تغییرات Sources of Variation	درجه آزادی df	کلروفیل Chlorophyll	کارتنوئید Carotenoid	فلاونوئید Flavonoids	فنل Phenol	آنتی اکسیدان Antioxidant	ازت ٪ Nitrogen	فسفر ٪ Phosphorous
جیبرلیک اسید (A) Gibberllic acid	2	0.370^{**}	2760^{ns}	0.00009^{*}	6.681^{ns}	448.908^{**}	0.787^{**}	0.007^{**}

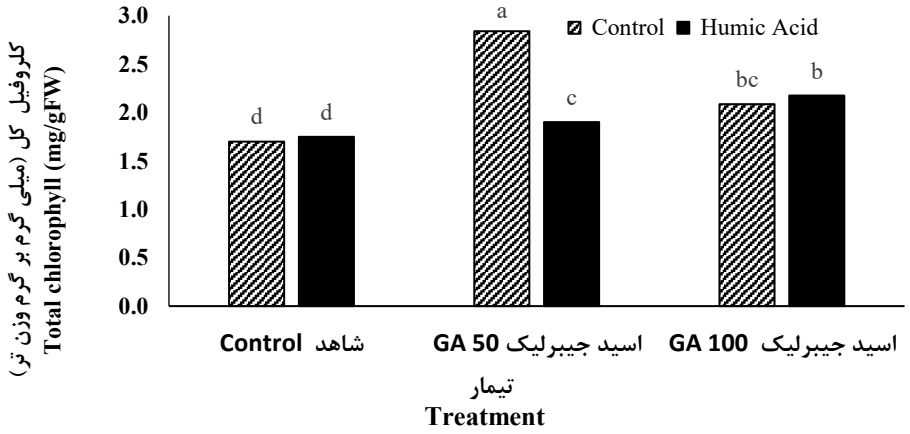
[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

هیومیک اسید (B) Humic acid	1	1.397**	2051ns	0.00002**	0.897ns	539.791**	0.443**	0.004**
A*B	2	1.225**	7778*	0.00004ns	1.336ns	597.626**	0.916**	0.020**
خطا Error	18	0.044	1722	0.000001	2.165	065.44	0.0001	0.0001
ضریب تغییرات CV (%)		23.9	23.4	16.3	8.08	1.3	25.5	29.5

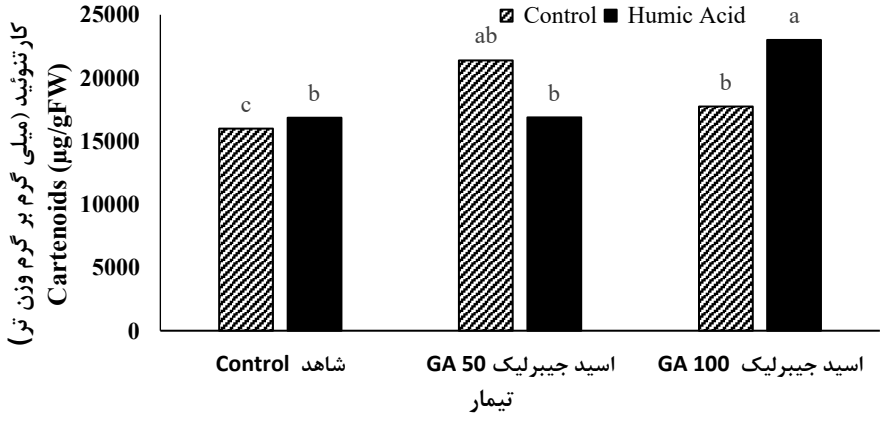
ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۶- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر محتوای کلروفیل برگ سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 6. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on chlorophyll content of yew leaves. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.



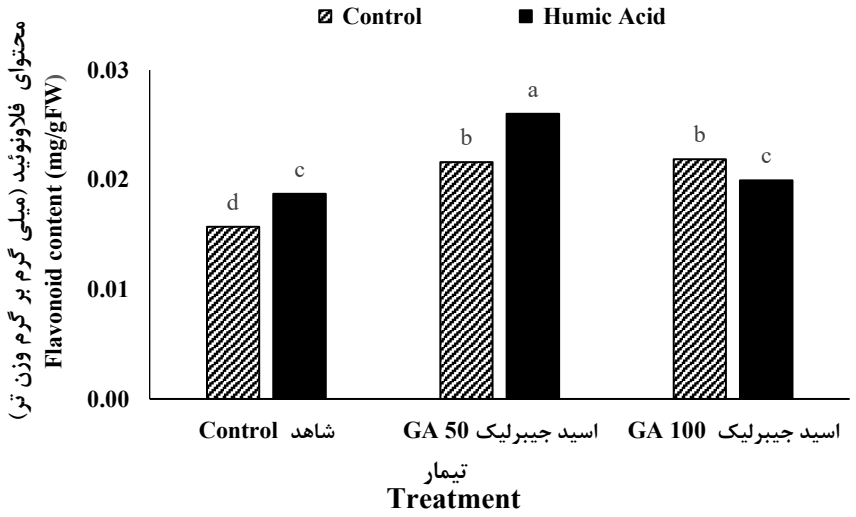
شکل ۷- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر میزان کارتنوئید برگ سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 7. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the carotenoid content of yew leaves. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

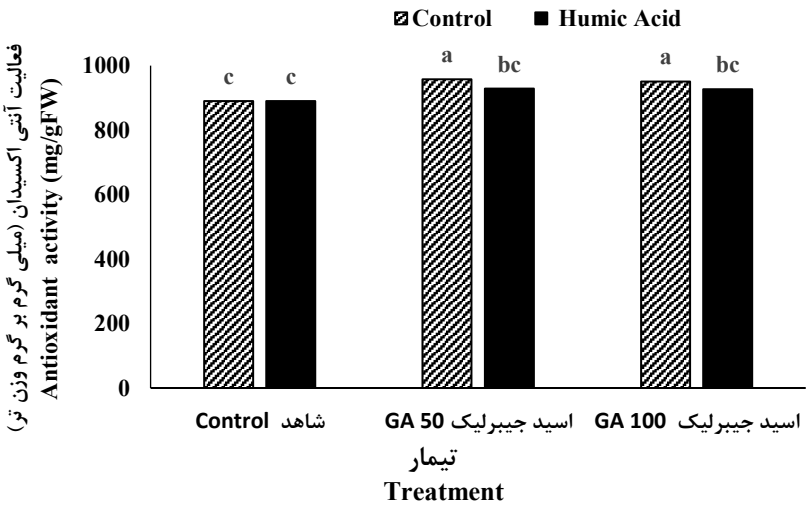
[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

طبق شکل ۸ تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری در میزان فلاونوئید با تیمار شاهد داشتند. بیشترین میزان آن در جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با هیومیک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین محتوای آنتی اکسیدانی در تیمارهای جیبرلیک اسید ۵۰ و جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون هیومیک اسید ثبت شد (شکل ۹).



شکل ۸- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر میزان فلاونوئید برگ سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 8. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the flavonoid content of yew leaves. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.



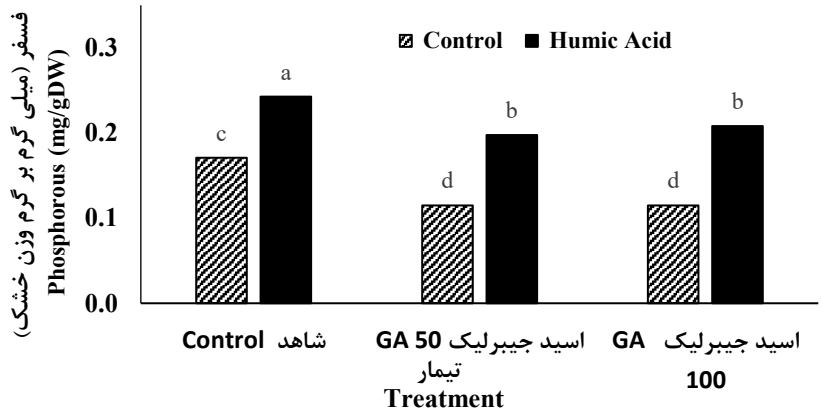
شکل ۹- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر فعالیت آنتی اکسیدانی برگ سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 9. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the antioxidant activity of yew leaves. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

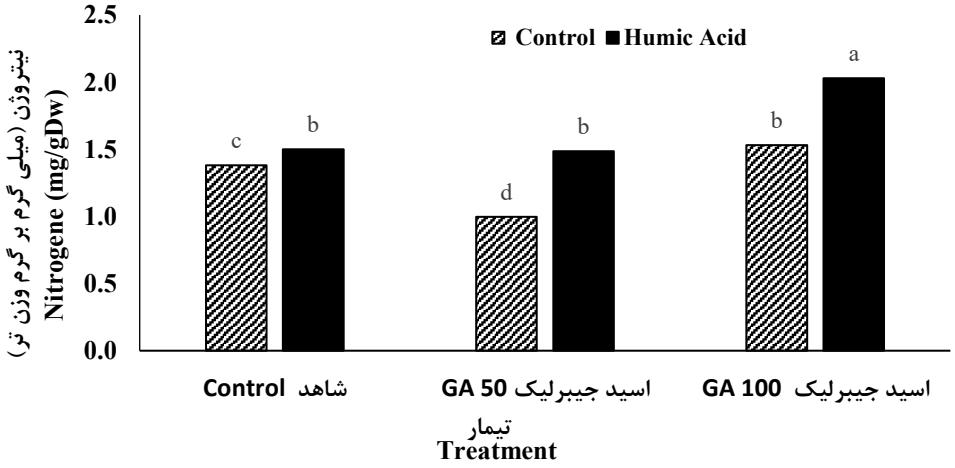
[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

بررسی میزان عنصر برگ نشان می‌دهد در همه تیمارهایی که هیومیک اسید استفاده شده بود میزان عنصر فسفر افزایش داشته است. بیشترین میزان این عنصر در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید به‌دست آمد، به‌طوری‌که افزایش ۲۹/۶۳٪ را نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۱۰). برهمکنش جیبرلیک اسید و هیومیک اسید بر میزان عنصر نیتروژن موجود در برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان این عنصر در گیاهان تیمار شده با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید در ترکیب با هیومیک اسید ثبت شد (شکل ۱۱).



شکل ۱۰- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر میزان عنصر فسفر برگ سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure10. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the phosphorus content of yew leaves. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.



شکل ۱۱- برهمکنش جیبرلیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) و هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر) بر میزان عنصر نیتروژن برگ سرخدار. در هر ستون اعدادی با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD ندارند.

Figure 11. Interaction of gibberellic acid (mg L^{-1}) and humic acid (mg L^{-1}) on the nitrogen content of yew leaves. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to the LSD test.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر کاربرد هیومیک اسید و جیبرلیک اسید تاثیر معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد بر بیشتر صفات مورد بررسی در گیاه سرخدار داشتند. گزارش شده است هیومیک اسید می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد عمل کند زیرا هورمون‌های درونی گیاه از جمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین‌ها را تقویت می‌کند، در نتیجه رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Muscolo *et al*., 2007; Hatami *et al*., 2020). هم‌سو با این مطالعه با کاربرد اسید هیومیک ارتفاع درخت ماگنولیا افزایش یافت (Davoudi & Motalebi., 2020). در آزمایشی که بر روی رقم زرد زیتون انجام شد تاثیر هیومیک اسید بر تعداد برگ معنی‌دار بوده و هیومیک اسید با قرار دادن عناصر غذایی در اختیار گیاه باعث افزایش تعداد اندام‌های هوایی گردید (Abbas zadeh *et al*., 2019).

گزارش شده است جیبرلین‌ها در بزرگ شدن سلول‌ها و افزایش در تعداد و اندازه سلول‌ها اثر دارند، بنابراین افزایش در تعداد جوانه جانبی و رشد طولی بوته مورد انتظار است (Israelsson *et al*., 2005). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر کاربرد جیبرلیک اسید سبب افزایش تعداد ساقه و قطر گیاه نوئل کانادایی[1] گردید (Galeano & Thomas, 2020). همچنین بیان شده است جیبرلین‌ها ضد هورمون‌های کند کننده رشد عمل می‌کنند. به‌طوری‌که در پژوهشی کاربرد ترکیب ضد جیبرلین سبب کاهش جیبرلین درونی گیاه آهار[2] شد و ارتفاع ساقه را کاهش داد (Alami & Karimi, 2020).

هیومیک اسید با بهبود ساختار فیزیکی- شیمیایی بستر کشت سبب رشد بهتر ریشه شده و جذب عناصر غذایی را بهبود می‌بخشد. در نتایج پژوهش حاضر نیز میزان عناصر نیتروژن و فسفر در گیاهان تیمار شده با هیومیک اسید در مقایسه با عدم تیمار این ماده افزایش معناداری نشان داد. به‌طوری‌که بیشترین میزان فسفر در تیمار هیومیک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد (شکل‌های ۹ و ۱۰). افزایش جذب عناصر غذایی مختلف نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و آهن توسط ریشه و درنتیجه باعث افزایش غلظت این عناصر در برگ انگور تیمار شده با اسیدهیومیک شدند که در نهایت، باعث افزایش عملکرد و رشد طولی شاخه‌ها شد (Asgharzade & Babaeian., 2012). افزایش جذب مواد مغذی، بر متابولیسم گیاه اثر می‌گذارد و سرعت رشد را افزایش می‌دهد (Rahi *et al*., 2021). هیومیک اسید می‌تواند مواد معدنی، ترکیبات بیوشیمیایی و حامل‌های ریز مغذی‌ها را به ریشه برساند و باعث افزایش جمعیت میکروبی، ظرفیت تبادل کاتیونی، در نتیجه بهبود نسبت آب به هوا در ریزوسفر و ساختار خاک گردد (Nardi *et al*., 2016). محلول‌پاشی برگی هیومیک اسید، روی انگور بی دانه، سبب افزایش میزان نیتروژن، پتاسیم، فسفر و آهن برگ گردید (Abdel-Salam, 2016) همراستا با نتایج تحقیق حاضر، کاربرد هیومیک اسید در بستر کشت لیلیوم[3] سبب افزایش ارتفاع ساقه و بهبود جذب عناصر شد (Rahmani *et al*., 2020).

مطالعات نشان می‌دهد جیبرلین‌ها در تمایز آوند چوبی و افزایش طول سلول در تشکیل چوب نقش دارند (Israelsson *et al*., 2005). در پژوهشی کاربرد جیبرلیک اسید برون‌زا باعث رشد آوند چوبی درخت توس شد (Guo *et al*., 2015). همچنین کاربرد جیبرلیک اسید روی گیاه کنف سبب افزایش طول فیبر گردید (Muniandi *et al*., 2018).

۱- *Picea glauca* ۲- *Zinna elegans* ۳- *Longiflorum* × *Asiatic*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که استفاده از اسید هیومیک به تنهایی و در ترکیب با جیبرلیک اسید سبب افزایش در تعداد جوانه جانبی در نهال‌های سرخدار شد. در پژوهشی استفاده از اسید هیومیک موجب افزایش تعداد جوانه برگ در نهال‌های توت گردید (Kartoolinejad & Sahebalam, 2024).

در آزمایش حاضر کاربرد جیبرلیک اسید سبب افزایش رنگدانه‌ها کلروفیل و کاروتنوئید در مقایسه با تیمار شاهد شد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد جیبرلین‌ها فعالیت فتوسنتزی گیاه را حتی در شرایط تنش افزایش داده و در نهایت سبب بهبود تولید رنگدانه‌ها در گیاهان می‌شوند. همچنین جیبرلین‌ها با غیر فعال کردن آنزیم کلروفیلاز نقش مهمی در حفظ کلروفیل دارند (*et* Iqbal *al*., 2011). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، محلول‌پاشی جیبرلیک اسید محتوای کلروفیل برگ گیاه کاملیا[1] را افزایش داد (Wen *et al*., 2018).

مواد هیومیکی نیز با افزایش جذب آهن و سنتز کلروفیل، افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و افزایش فتوسنتز، می‌توانند در افزایش رنگدانه‌های کلروفیل موثر باشند (Parandian & Samavat, 2012). همچنین افزایش محتوای کلروفیل ممکن است به‌دلیل تسریع جذب نیتروژن و NO_3، بهبود متابولیسم نیتروژن و سنتز پروتئین‌ها باشد که در نهایت باعث افزایش محتوای کلروفیل می‌شود (Haghighi *et al*., 2012).

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان فلاونوئید در جیبرلیک اسید ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با هیومیک اسید ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین محتوای آنتی اکسیدانی در تیمارهای جیبرلیک اسید ۵۰ و جیبرلیک اسید ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون هیومیک اسید بدست آمد (شکل ۸). ترکیبات فلاونوئیدی و آنتی اکسیدانی نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی دارند. احتمالا جیبرلیک اسید و هیومیک اسید با بهبود سیستم فتوسنتزی گیاه سبب افزایش این ترکیبات در گیاه سرخدار شده‌اند.

نتیجه‌گیری

با توجه به کند رشد بودن گیاه سرخدار، اعمال تیمارهای جیبرلیک اسید و هیومیک اسید در مقایسه با عدم کاربرد این ترکیبات توانست رشد گیاه را به‌ویژه با افزایش تعداد جوانه جانبی و تعداد شاخه بهبود بخشد. همچنین در عین بهبود رشد رویشی صفات فیزیولوژیکی و میزان عناصر نیتروژن و فسفر درونی گیاه نیز افزایش معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد نشان دادند. لذا برای تسریع در رشد بوته‌های سرخدار استفاده از جیبرلیک اسید و هیومیک اسید به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیکر توصیه می‌شود. همچنین با توجه به اینکه هر دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید سبب بهبود بیشتر صفات مورد بررسی شدند استفاده از غلظت پایین برای کاهش هزینه‌ها پیشنهاد می‌شود. تیمارهای مورد استفاده سبب افزایش ترکیبات فلاونوئیدی و آنتی‌اکسیدانی در برگ سرخدار شدند که می تواند از جنبه داوریی حائز اهمیت باشد.

سپاسگزاری

از همکاری‌های صمیمانه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تشکر و قدردانی می‌شود.

۱- *Camellia oleifera*

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

منابع

Abbas zadeh, B., Asadi Sanam, S., Layegh Haghighi, M. (2019). Enhancement of phenolic compounds of olive (*Olea europaea* L.) leaf with soil application of chemical and organic fertilizers. *Journal of Plant Production Research*, *29* (3), 179- 198. https://10.22069/JOPP.2019.15532.2395 (In Persian).

Abdel-Salam, M.M. (2016). Effect of foliar application with humic acid and two antioxidants on ruby seedless grapevine. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(2), 123-131.

Aboutalebi Jahromi, A., Hassanzadeh Khankahdani, H. (2016). Effect of humic acid on some vegetative traits and ion concentrations of Mexican Lime (*Citrus aurantifolia*) seedlings under salt stress. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, *3*(2), 255-264. https://doi.org/ 10.22059/IJHST.2016.62924.

Aboutalebi, A., Tafazoly, E., Kholdebarin, B., Karimian, N. (2007). Effect of salinity on concentration and distribution of potassium, sodium and chloride ions in *Sweet Lime* Scion on five rootstocks. *Journal of Water and Soil Science*, 11(1), 69-78. https://doi.org/ 20.1001.1.22518517.1386.11.1.6.3 (In Persian).

Akbari Chermahini, S., Moallemi. N. (2011). Effect of gibberellic acid on vegetative growth of olive (*Olea europaea* L.) saplings. *Journal of Horticultural Science*, *24*(2), 184-188. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1389i2.7996 (In Persian).

Alami, E., Karimi, M. (2020). The effect of cycocel and uniconazole on some morphological and biochemical properties of zinnia. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, *7*(1), 81-91. https://doi.org/ 10.22059/IJHST.2020.285768.307

Asgharzade, A., Babaeian, M. (2012). Investigation of the effects of humic acid and acetic acid foliar application on yield and leaves nutrient content of grape (*Vitis vinifera*). *African Journal of Microbiology Research*, *6*(31), 6049-6054. https://doi.org 10.5897/AJMR12.425.

Aslani, S., Barzegar, T., Nikbakht, J. (2019). Effect of humic acid on physiological and biochemical indices and yield of tomato under deficit irrigation. *Journal of Crops Improvement*, *21*(2), 221-232. https://doi.org/10.22059/jci.2019.272278.2137. (In Persian).

Benham, S.E., Houston Durrant, T., Caudullo, G., De Rigo, D. (2016). *Taxus baccata* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European Atlas of Forest Tree Species*, 183 p.

Bronick, E.J., Lai, R. (2005). Soil structure and management: a review. *Geoderma 124*, 3-22.

Cahyo, A., Ardika, R., Saputra, J., Wijaya, T. (2014). Acceleration on the growth of rubber planting materials by using foliar application of humic acid. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, *36*(2), 112-119. https://doi.org/ 10.17503/Agrivita-2014-36-2-p112-119

Chang, C.; Yang, M.H.; Wen, H.M.; Chern, J.C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colometric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, *10*(3). https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748.

Chapman, H.D., Pratt, F.P. (1982). Determination of minerals by titration method. Methods of Analysis for Soils, *Plants and Water*, 2nd edn. 169-170.

Chen, Y., Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. *Humic Substances in Soil and Crop Sciences*: Selected Readings, 161-186.

Galeano, E., Thomas, B. (2020). Effect of elevated gibberellic acid application on growth and gene expression patterns in white spruce families from a tree improvement program in Alberta, Canada. *Tree Physiology, 41*, 472–490. https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa133

Guo, H., Wang, Y., Liu, H., Hu, P., Jia, Y., Zhang, C., Wang, Y., Yang, C., Wang, C. (2015). Exogenous GA_3 application enhances xylem development and induces the expression of secondary wall biosynthesis related genes in *Betula platyphylla*. *International Journal of Molecular Sciences*, *16*, 22960-22975; doi:10.3390/ijms160922960

Haghighi, M., Kafi, M., Fang, P. (2012). Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid. *International Journal of Vegetable Science*, *18*(2), 182-189. https://doi.org/10.1080/19315260.2011.605826

Hatami, E., Shokouhian, A.A., Ghanbari, A.R., Naseri, L. (2020). Investigation of the effect of humic acid on some morphophysiological and biochemical characteristics of almond rootstocks under salinity stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *51*(3), 523-536. https://doi.org/ 10.22059/IJHS.2019.277630.1615. (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

Hemati, A., Alikhani, H.A., Babaei, M., Ajdanian, L., Asgari Lajayer, B., Van Hullebusch, E.D. (2022). Effects of foliar application of humic acid extracts and indole acetic acid on important growth indices of canola (*Brassica napus* L.). *Scientific Reports*, *12*(1), 20033. doi: 10.1038/s41598-022-21997-5.

Hosseini, M., Makhdoom, M., Akbari-N. A., M., Jalali, G. (2001). Ecological capability evaluation of two natural sites of *Taxus Baccata* in the north of Iran. *Research and Construction*, *51*, 66-79. (In Persian).

Iqbal, N., Nazar, R., Iqbal, M., Khan, R., Masood, A., Khan, N.A. (2011). Role of gibberellins in regulation of source –sink relations under optimal and limiting environmental conditions. *Current Science*, *100*(7), 998-1007.

Israelsson, M., Sundberg, B., Moritz, T. (2005) Tissue-specific localization of gibberellins and expression of gibberellin-biosynthetic and signalling genes in wood-forming tissues in aspen. *Plant Journal*, *44*(3), 494–504. https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2005.02547.

Kartoolinejad, D., Sahebalam, I. (2024). Effect of humic acid and cattle manure on stomatal conductance, photosynthesis, and growth variables of white mulberry seedlings in the nursery condition. *Ecology of Iranian Forests*, *12*(2), 130-143. doi:10.61186/ifej.12.2.130

Karimi, M. (2017). An introduction to widely used ornamental trees, shrubs and climbers in Landscaping, Publisher, *Sari Agricultural Science and Natural Resources University*, 377 p. (In Persian).

Kjeldahl, J. (1883). A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, *22*, 366-382. http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151

Keshavarz, H., Modarres-Sanavy, S.A., Sefidkon, F., Mokhtassi-Bidgoli, A. (2019). Effect of organic fertilizers and urea fertilizer on phenolic compounds, antioxidant activity, yield and yield components of peppermint (*Mentha piperita* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *17*(4), 661-672. http://dx.doi.org/20.1001.1.20081472.1398.17.4.12.6. (In Persian).

Lichtenthaler, H.K., Buschmann, C. (2001). Current Protocols in Food Analytical Chemistry. Unit F4.3.1-F4.3.8.

Little, C.H.A., MacDonald, J.E. (2003). Effects of exogenous gibberellin and auxin on shoot elongation and vegetative bud development in seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea glauca*. *Tree Physiology*, *23*,73–83. doi: 10.1093/treephys/23.2.73.

Liu, Q., Guo, G., Qiu, Z., Li, X., Zeng, B., Fan, C. (2018). Exogenous GA_3 application altered morphology, anatomic and transcriptional regulatory networks of hormones in *Eucalyptus grandis*. *Protoplasma*, https://doi.org/10.1007/s00709-018-1218-0.

Moalemi, N., Gholamian, M., Sadrzadeh, M. (2009). The Effect of Gibberellic Acid on Vegetative Characteristics of Ber tree (*Ziziphus spina-christi*) Seedlings. *Plant Production*, *32*(1), 82-87. (In Persian).

Mirhosseini, S., Hosseinifard, S., Shirani, H. (2011). The effect of humic acid on the growth and chemical composition of pistachio seedlings. 12th Iranian Soil Science Congress. September 12-14. University of Tabriz. (In Persian).

Muscolo, A., Sidari, M., Francioso, O., Tugnoli, V., Nardi, S. (2007). The auxin-like activity of humic substances is related to membrane interactions in carrot cell cultures. *Journal of Chemical Ecology*, *33*, 115-129. doi: 10.1007/s10886-006-9206-9.

Muniandi, S., Hossain, M., Abdullah, M., Shukor, N. (2018). Gibberellic acid (GA3) affects growth and development of some selected kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivars. *Industrial Crops & Products*, *118*,10-187. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.036

Nardi, S., Ertani, A., Francioso, O. (2016). Soil–root cross-talking: The role of humic substances. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *180*(1), 5-13. https://doi.org/10.1002/jpln.201600348.

Ouzounidou G., Ilias I. (2005). Hormone-induced protection of sunflower photosynthetic apparatus against copper toxicity. *Biology Plant*, 49, 223-228. Doi: 10.1007/s10535-005-3228-y

Pishvaei, E., Rastegar, S. (2019). Effects of foliage application of salicylic acid and gibberellic acid on the quantitative and qualitative characteristics of Kinnow Mandarin. *Plant Process and Function*, *8*(33), 387-398. doi: 20.1001.1.23222727.1398.8.33.18.8 (In Persian).

Parandian, F., Samavat, S. (2012). Effects of fulvic acid and humic acid on anthocyanin, soluble sugar, α-amylase. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, *3*(5), 924-929.

Rahmani, F., Karimi, M., Moradi, H. (2020). Effect of wood chips compost and humic acid on growth, flowering and vase life of lily (*Longiflorum* × *Asiatic*) cv. Nashville. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, *30*(3), 185-202. DOI: 20.1001.1.24764310.1399.30.3.11.6. (In Persian).

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

Rahi, A.A., Anjum, M.A., Iqbal Mirza, J., Ahmad Ali, S., Marfo, T.D., Fahad, S., Danish, S., Datta, R. (2021). Yield Enhancement and better micronutrient uptake in tomato fruit through potassium humate combined with micronutrients mixture. *Agriculture*, *11*(4), 357. https://doi.org/10.3390/agriculture11040357

Ramesh, B., Kumar, B. (2006). Response of induced dwarf mutants of barley to exogenous application of gibberellic acid barley. *Genetic Engineering and Biotechnology News*, *36*, 3−5.

Davoud, A.S., Motalebi, E. (2020). The effect of application of humic acid and sulfur together with Thiobacillus bacteria on the morphological characteristics of magnolia plant. *Plant and Biotechnology of Iran*, *14*(4), 11-19. (In persian)

Slinkard, K., Singleton, V. (1977). Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, *28*, 49-55

Waling, I., Vark, W.V., Houba, V.J.G., Van der lee, J.J. (1989). Soil and Plant Analysis, a series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherlands.

Wen, Y., Su, SH., Ma, L., Wang, X. (2018). Effects of gibberellic acid on photosynthesis and endogenous hormones of *Camellia oleifera* Abel. in 1st and 6th leaves. *Journal of Forest Research*, *23*(5), 309-317 https://doi.org/10.1080/13416979.2018.1512394

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]

Flower and Ornamental Plants (2025), 10(2): 215-230
Research article

Gibberellic acid and humic acid enhance vegetative growth and morpho-physiological traits of *Taxus baccata* L.

Meisam Tahmasbpour Karimi, Mahnaz Karimi*, Hosein Moradi

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari
karimi@sanru.ac.ir
Received: 2025/04/15, Revised: 2025/08/26, Accepted: 2025/09/02

Abstract

The yew (*Taxus baccata* L.) is considered one of Iran's valuable plant resources and, due to excessive harvesting and destruction of its natural habitats, is at risk of destruction and extinction. This tree can be used as a single tree or as a hedge in urban green spaces. The growth rate of plants is an important factor when selecting them for planting in green spaces. The yew tree is classified as a slow-growing plant, which limits its use in urban landscaping. To investigate the effect of gibberellic acid and humic acid on improving vegetative growth and morpho-physiological characteristics of yew seedlings, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The first factor was gibberellic acid at three levels (0, 50, and 100 mg g^{-1}) applied as foliar spray, and the second factor was humic acid (0 and 1000 mg g^{-1}) applied through root irrigation .The results showed statistically significant differences among the treatments regarding the traits studied in yew seedlings. The highest number of lateral buds was observed in treatments with humic acid, gibberellic acid 100 mg g^{-1} combined with humic acid, and gibberellic acid 100 mg g^{-1} without humic acid. The greatest shoot length growth was found in humic acid treatments without gibberellic acid and gibberellic acid 50 mg g^{-1} treatment without humic acid. The highest chlorophyll content was observed in plants treated with gibberellic acid 50 mg g^{-1}, showing an 11% increase compared to the control. The highest flavonoid content was in the gibberellic acid 50 mg g^{-1}combined with humic acid treatment, and the highest antioxidant content was recorded in gibberellic acid treatments of 50 and 100 mg g^{-1} without humic acid. Analysis of leaf nutrient content showed that phosphorus levels increased in all treatments where humic acid was applied. Application of gibberellic acid and humic acid treatments, compared to untreated plants, improved growth, especially by increasing the number of lateral buds and branches. Moreover, in addition to improving vegetative growth, physiological traits and internal nitrogen and phosphorus contents of the plants showed significant increases compared to the control. Flavonoid and antioxidant compounds also significantly increased compared to the control plants. Therefore, the use of gibberellic acid and humic acid, either alone or in combination, is recommended to improve vegetative growth and morpho-physiological traits of yew.

Keywords: Chlorophyll, gymnosperms, hormone, organic substances.

[Downloaded from flowerjournal.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/fop.10.2.215]