Archive of SID

آزمون سمیت پساب یک کارخانه نساجی با عدسک آبی Lemnagibba

سمیه باقری[1*]، طاهره ولدبیگی[2]، مجتبی تاران[3] و صادق علی یان[4]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناسی ارشد اکولوژی دانشگاه رازی کرمانشاه baghery Somayeh872@gmail.com

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه ایلام

۳- عضو هیئت علمی دانشگاه رازی کرمانشاه

۴- کارشناس زیست شناسی عمومی دانشگاه پیام نور ایلام

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۳۰

چکیده

فاضلاب صنعتی یک کارخانه نساجی بدون هیچ‌گونه تیماری به رودخانه گاماسیاب ریخته می‌شود. به‌منظور ارزیابی اثرات سم شناسی پسماند این کارخانه نساجی یک مجموعه از آزمون‌های سم‌شناسی گیاهی با عدسک آبی Lemna gibba صورت پذیرفت. در این مطالعه عدسک آبی در محیط کشت "هوگلند" به مدت هفت روز در معرض پنج غلظت متفاوت از پساب نساجی قرار داده شد. واکنش عدسک آبی از طریق اندازه گیری میزان رشد (بر حسب تعداد فروند) و همچنین میزان کلروفیل (کلروفیل کل، کلروفیل a ، کلروفیل b) مشخص شد. بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از واکنش وابسته به تراکم عدسک آبی، میزان مرگ و میر ۵۰ در صد (MC۵۰) در دوره‌های آزمون سه، پنج و هفت روزه محاسبه شد. بر این اساس MC50 در روز سوم۷۷/۷۷ ml/l، روز پنجم ۵۹/۷ ml/l و روز هفتم ۶۹/۳۴ ml/l. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در تمام غلظت‌ها تفاوت معنادار (P≤۰/۰۵) با داشت. به همین ترتیب تفاوت تعداد فروندها درغلظت‌های مختلف تنها در روز هفتم معنادار(P≤۰/۰۵) بود.

کلید واژه‌ها: پساب ، پاسخ رشدی، فروند،MC50.

Phytotoxicity Tests of a Textile Factory Effluent with Common Duckweed (*Lemnagibba*)

S. Bagheri[1], T. valadbiegi[2], M. Taran[3] and S. Aliyan[4]

1- M.A Degree of Ecology Kermanshah University
2- Assistant Professor, Department of Biology, Ilam University
3- Assistant Professor, Department of Biology, Kermanshah University
4- Expert of biology, Department of Biology, Payam Noor University ,Ilam

Received: 14June 2012 Accepted: 20 May 2013

Abstract

A textile factory discharges its effluent into GamasiabRiver without any treatment. In order to evaluate environmental side effects of this factory a routine phyto test was conducted with the common duckweed (*Lemnagibba*). The duckweed in the Hogland solution was exposed to series of concentration of the factory effluent. In this study *Lemnagibba* was exposure to five different concentration of textile effluent for 7 days. Plant growth response was measured by two methods: counting the number of fronds and measuring the chlorophyll content (chlorophyll a, b and total chlorophyll) of the duckweed. MC50 values was calculating in 3,5 and 7 days. 3 days: 77.77ml/l, 5 days 59.7ml/l, 7 days 69.34ml/l. Single factor analysis of variance (ANOVA) showed that in all of concentrations, difference in the values of total chlorophyll content and chlorophyll a were significantly (0.05≥0) different with those of control. Similarly, difference number of fronds was significant (0.05≥0) only in 7 day.

Keyword: Effluent, Growth response, Frond, MC50

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

ارزیابی سمیت پارامتر مهمی در پایش کیفیت پساب محسوب می‌شود. چون دیدی کلی درباره سمیت آب سطحی و حجم سمیتی که وارد سیستم می‌شود و همچنین تصویری از وضعیت رودخانه فراهم می‌آورد. مطالعه پساب‌ها نشان می‌دهد که آزمون‌های سمیت در پایش کیفیت آب نقش مهمی دارند. ارزیابی گیاهی[1] یک ابزار تشخیصی است که می‌تواند برای محیط‌های خشکی و آبی به کار رود. گیاهان آوندی اعضای ضروری این اکوسیستم‌ها هستند و درستی عملکرد آن‌ها مهم است. در مورد حساسیت نسبی بیشتر گونه‌های گیاهی آوندی به سموم مختلف و مواد خطرناک به طور گسترده مطالعه نشده و در این مورد فهم کامل و درستی وجود ندارد. یکی از دلایل این کاستی، ناقص بودن اطلاعات مربوط به گذشته است. در گذشته جلبک‌ها را به‌عنوان گونه جایگزین در آزمون‌های سمیت برای گیاهان آوندی در نظر می‌گرفتند. ترکیبات رنگی به دلیل توانایی جذب نور می‌توانند مانع رشد جلبک‌ها شوند که این مسئله مربوط به عملکرد سمیت آنها نیست و این می‌تواند اندازه گیری سمیت و در نتیجه اندازه گیری خطرات ترکیبات شیمیایی[2] را مختل سازد. استفاده از دیگر تولیدکنندگان ابتدایی به عنوان جایگزینی برای سم شناسی جلبک ها مورد توجه بوده است. از اوایل ۱۹۹۰ تاکنون مطالعات ارزیابی گیاهی توسعه یافته است و اطلاعات مفیدی در دسترس است که فوائد و زیان های استفاده از جلبک ها و گیاهان آوندی را برای بررسی سمیت آلاینده های مختلف توصیف می کند (واتین[3]، ۱۹۹۵). چندین گونه از گیاهان آوندی تا کنون برای ارزیابی گیاهی محیطی در آزمایشگاه استفاده شده اند مانند: Potamogeton percolates، Valisneria Americana، Myriophyllum spectrum، Elodea Canadensis . معیار انتخاب برای تعیین یک گونه گیاهی مناسب توجه و تمرکز بر قابلیت دسترسی، روش‌های کشت و حساسیت شیمیایی آن می‌باشد. برای چندین سال آزمون‌های زیستی با Lemna (ماکروفیت‌های آبزی شناور) به‌عنوان کامل کننده یا جایگزینی برای آزمون مهار رشد جلبک مورد استفاده قرار گرفته اند (بی نام ۲۰۰۰). جلبک‌ها تنها دامنه محدودی از تغییرات pH را می‌توانند تحمل کنند، در حالی‌که Lemna در دامنه وسیعی از pH توانایی رشد دارد. این ویژگی Lemna آنها را برای کاربرد در سم‌شناسی پساب‌هایی مانند پساب نساجی که معمولا pH بسیارقلیایی دارند مناسب ساخته است (کلوورس و راته[4]، ۲۰۰۲) در بین گیاهان آبزی عدسک آبی (Lemma sp.) به علت سادگی کشت، رشد سریع، قابلیت دسترسی و حساسیت به چندین ماده سمی، بیشتر مورد توجه است. سایر گیاهان آوندی ریشه‌دار کمتر از عدسک‌های آبی در آزمون‌های سمیت استفاده شده‌اند. (آراجو و مونتیرو[5]، ۲۰۰۵) سمیت پساب‌های نساجی را به روی رشد دو گونه عدسک آبی بررسی کردند. بعد از پنج روز تحت غلظت‌های بیش از ۳۸ گرم در لیتر اثرات زیان آور پساب در رشد و مرگ و میر این دو گونه مشاهده شد. (روسا و همکاران[6]، ۲۰۰۷) آزمون‌های سمیت کوتاه مدت فاضلاب نساجی تثبیت شده و تازه بر روی موجودات مختلفی ازجمله جلبک Scenedesmussubspicatus و گیاه عالی Brassica oleraceae انجام دادند. رشد جلبک به وسیله پساب‌ها کاهش یافت. همچنین پساب تازه جوانه زنی Brassica را مهار می‌کند و رشد بیومس توسط پساب تثبیت شده افزایش می‌یابد. سمیت فاضلاب‌های نساجی (تیمار شده و تیمار نشده) به روی پاسخ‌های رشد و میزان مرگ ومیر عدسک آبی توسط شارما و همکاران[7]، ۲۰۰۷) بررسی شد (گارج و کووشیک[8]، ۲۰۰۸) غلظت‌های متفاوتی از فاضلاب صنایع نساجی را بر جوانه زنی، شاخص تأخیر در رشد، پارامترهای رشد فیزیکی و رنگدانه‌های Lemna minor بررسی کردند. در غلظت‌های پایین، اثر مهاری بر رشد گیاه مشاهده نشد، ولی در غلظت‌های بالای پساب گیاهان برای مدت طولانی زنده نماندند. (گومز و همکاران[9]، ۲۰۰۸) نمونه‌های گیاهی موجود در بالادست و پایین دست یک کارخانه نساجی را به‌طور فصلی مورد جمع‌آوری، بررسی و مقایسه قرار دادند که نتایج نشان داد گیاهان پایین دست کارخانه نساجی از نظر میزان تولید بیومس و از نظر چگالی افزایش نشان داده اند اما غنای گونه ای در آنها کاهش یافته است. سنجش زیستی با Duckweed روش سم‌شناسی استانداردی برای بسیاری از سازمان‌های بین المللی است. از این رو، آژانس حفاظت محیط ایالات متحده[10] دستور العمل‌هایی را برای آزمون سمیت گیاهی با استفاده از .Lemma spp تعیین کرده است (بی نام، ۱۹۹۶).

به‌علاوه، سازمان همکاری‌های اقتصادی[11] دستورالعمل‌ها را برای آزمون‌های سمیت با Lemma کامل نموده است(بی نام، ۲۰۰۰) که برای مواد مشکل‌سازی مانند سوسپانسیون‌ها و مواد رنگی و کدر توسعه یافته است. همچنین مجمع مواد و آزمون‌های آمریکا (بی نام، ۱۹۹۱) ، APHA (بی نام، ۱۹۹۲) و انیستیتوی استاندارد سویس (بی نام، ۱۹۹۵) آزمون با Lemma را به‌عنوان روش استانداردی برای اندازه گیری سمیت در نظر دارند. از میان گونه‌های مختلف عدسک آبی گونه L.gibba توصیه شده (بی نام، ۱۹۹۲) و در بررسی نتایج از میان ویژگی‌های ساختاری و ظاهری، بیشترین توجه به تغییرات در تعداد فروندها معطوف شده است.

هدف ما ارزیابی مهار رشد Lemma gibba به عنوان نمونه‌ای ساده ، مقرون به‌صرفه، و روشی دقیق برای ارزیابی سم‌شناسی گیاهی پساب این کارخانه نساجی می‌باشد که بدون هیچ گونه تیماری به رودخانه گاماسیاب تخلیه می‌شود. L.gibba به دامنه وسیعی از آلاینده ها حساس است، که این مزیتی در ارزیابی سمیت محسوب می شود. L.gibba توانایی رشد در دامنه وسیعی از pH ، از ۳/۵ تا ۱۰/۵ را داراست. بنابراین ، به شکل گسترده ای برای مطالعات

1- Phytoassessment
2- Cleuvers,2001
3- Whitten
4- Cluvers and Ratte
5- Araujo and Monteiro

6- Rosa et al.
7- Sharma et al.
8- Garg and Kaushi
9- Gomez et al.
10- USEPA
11- OECD

www.SID.ir

Archive of SID

اکوتاکسیکولوژیکی به‌کار می‌رود (وانگ[1]، ۱۹۹۰؛ لویس[2]، ۱۹۹۵). جهت بررسی سم شناسی گیاهی پساب، فاکتورهایی مانند شاخص مرگ ومیر، شاخص مهار رشد، طول ریشه، تعداد فروندها و میزان کلروفیل اندازه گیری شد.

مواد و روش ها

عدسک‌های آبی (Lemna gibba) در مهر ماه ۱۳۸۸ از آب‌های محلی در روستای طلسم واقع در ۱۵ کیلومتری شهر کرند در استان کرمانشاه جمع آوری و سپس به آزمایشگاه اکولوژی منتقل شد و در آنجا به‌منظور حفظ و نگهداری و اطمینان از عدم آلودگی قبلی نمونه‌ها در محیط کشت حاوی محلول غذایی هوگلند قرار داده شد که حاوی عناصر لازم و ضروری برای رشد و بقاء گیاه بود. محیط کشت برای آزمون‌ها شامل مجموعه‌ای از ظروف شیشه‌ای استوانه‌ای شکل با حجم ۲۰۰ سی سی و به ارتفاع نه سانتی‌متر و قطر داخلی هفت سانتی‌متر بود.قبل از آغاز زیست آزمون‌ها از خلوص ژنتیکی عدسک‌های آبی با کمک متخصصان زیست‌شناسی گیاهی حاضر در آزمایشگاه رازی اطمینان حاصل شد. مدت زمان نگهداری نمونه‌هادر مرحله خزانه و در مرحله‌ی رشد هر کدام به مدت یک هفته صورت گرفت. عدسک‌های آبی در زمان زیست آزمون‌ها در مرحله‌ی سه برگی بودند. محلول غذایی هوگلند[3] ۵۰ درصد به حجم ۱۵۰ سی سی سی به هر یک از ظروف کشت اضافه شد و سپس حجم‌های اولیه‌ای از مواد آلاینده مورد آزمایش (۰، ۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سی سی) تهیه و به ظروف کشت اضافه شد.حجم‌های مختلف پساب بر اساس توصیه‌های آژانس حفاظت محیط (EPA) انتخاب شدند. تکرارهای سه گانه‌ای از محیط‌های کشت و حجم‌های تعیین شده از مواد آلاینده تهیه و از خزانه کشت عدسک‌ها تعداد ۱۵ فروند (فروند ساختار برگی شکل در گیاه عدسک آبی است) سالم از گیاه را مطابق توصیه‌های آژانس حفاظت محیط EPA (بی نام، ۱۹۹۶) به هر محیط کشت اضافه نموده، سپس ظروف در اتاق رشد قرار داده شد.

در این آزمون‌ها تعداد کل فروندها، تعداد فروندهای سالم و آسیب دیده، طول ریشه و میزان کلروفیل (کلروفیلa، کلروفیل b، کلروفیل کل) مورد ارزیابی قرار گرفت (لویس[4]، ۱۹۹۹؛ بی نام، ۱۹۹۶). برای هر کدام از زیست آزمون‌های مورد نظر،جهت اطمینان از صحت زیست آزمون‌ها نمونه‌های شاهد نیز در نظر گرفته شد. عدسک‌های آبی در برخی از حجم‌های تعیین شده‌ی پساب تکثیر داشتند. ابتدا طول ریشه در عدسک‌های آبی قبل از قرارگیری در محیط کشت آزمون اندازه گیری و ثبت شد. مشاهدات و شمارش تعداد عدسک‌ها در روزهای سوم، پنجم و هفتم انجام شد. سپس در پایان دوره طول ریشه عدسک‌ها و میزان کلروفیل در هر ظرف کشت اندازه گیری شد. واکنش عدسک‌های آبی بر حسب Mortality Index یا Morbidity Index که شاخص آسیب پذیری و یا مرگ فروندهاست و Growth Inhibition Index که شاخص مهار رشد است طبق فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Saadi, Guerbet and Garnier, 2001) :

$$\text{Morbidity Index} = (Nm/Nt) \times 100$$

که Nm: تعداد فروندهای آسیب دیده و Nt: تعداد کل فروندهاست.

$$\text{Growth Index} = (Nt-Nm) / (Ntc- Nmc) \times 100$$

که Nt: تعداد کل فروندها، Nm تعداد فروندهای آسیب دیده، Ntc تعداد کل فروندهای شاهد یا کنترل و Nmc تعداد فروندهای آسیب دیده در شاهد است.

پس از محاسبه شاخص‌های مرگ و میر و رشد، از طریق رسم منحنی لگاریتمی و رابطه نمایی $Nt=Noe^{-rt}$ (نمای رابطه ضریب زاویه خطی است که کاهش بقا را در آزمون نشان می‌دهد). Mc50 (غلظتی از ماده آلاینده که سبب مرگ ۵۰٪ فروندها می‌شود) Ic50 (غلظتی از ماده آلاینده که سبب مهار رشد به میزان ۵۰ درصد می‌شود) تعیین گردید.

روش اندازه گیری میزان کلروفیل

برای اندازه گیری میزان کلروفیل از روش پورا[5] (۱۹۸۹) استفاده شد.

$$22.5\times D_{650} + 4\times D_{665} = \text{Total Chlorophyll} \qquad (۱)$$

$$27.05\times D_{653} - 11.31\times D_{666} = \text{Chlorophyll b} \qquad (۲)$$

$$15.65\times D_{666} - 7.43\times D_{653} = \text{Chlorophyll a} \qquad (۳)$$

روش محاسبه تغییرات طول ریشه

برای محاسبه تغییرات طول ریشه عدسک‌ها از رابطه زیر استفاده شد.

$$\text{Index of root elongation} = TR_t - T_c / TR_t \times 100$$

TR_t = طول ریشه کل در تیمار

TR_c = طول ریشه کل در کنترل.

برای تجزیه و تحلیل نهایی داده‌های به‌دست آمده از زیست آزمون‌ها از نرم افزار SPSS استفاده شد.

1 - Wang
2 - Lewis
3 - Hulf Hoagland
4- Lewis

5- Porra

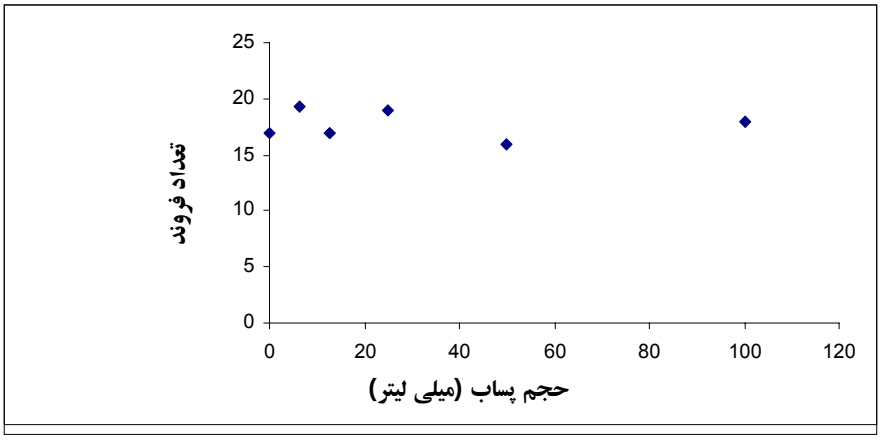
www.SID.ir

Archive of SID

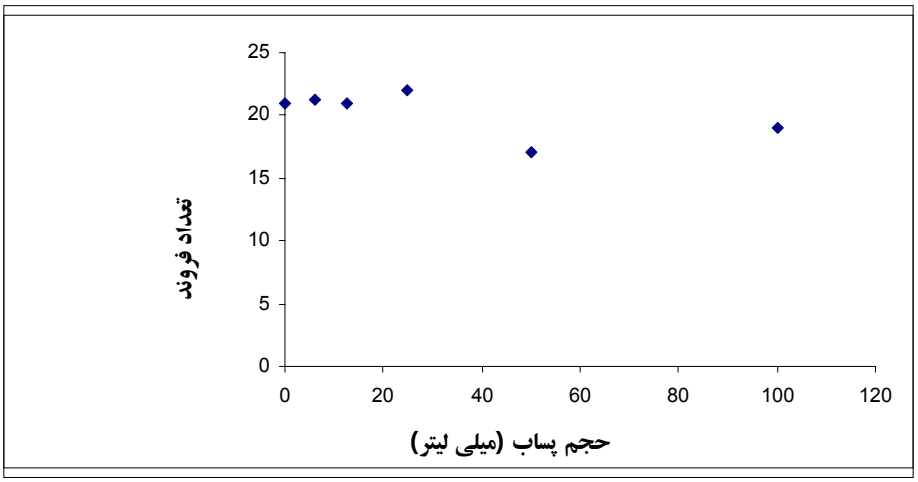
جدول ۱- درصد رشد تعداد فروندها در مقایسه با کنترل(میانگین و خطای (استاندارد)

حجم(میلی لیتر)	روز سوم	روز پنجم	روز هفتم
۰	$1/6\pm17^{ab}$	$۲/۳\pm۲۱^{a}$	$1/7\pm25^{cd}$
۶/۲۵	$۰/۷\pm۱۹/۳۳^{bc}$	$۰/۷۵\pm۲۱/۳۳^{a}$	$1/4\pm23/66^{bcd}$
۱۲/۵	۱ ± ۱۷^{ab}	$۱/۶\pm۲۱^{a}$	$1/7\pm21^{abc}$
۲۵	$۱/۲\pm۱۹/۶۶^{c}$	$۱/۴\pm۲۲/۶۶^{a}$	$1\pm26/33^{d}$
۵۰	$۰/۷۵\pm۱۶/۶۶^{a}$	$۱/۳\pm۱۷^{a}$	$1/6\pm18/66^{a}$
۱۰۰	$۱/۲\pm۱۸/۳۳^{ab}$	$۱/۲\pm۱۹/۳۳^{a}$	$1/5\pm20/33^{ab}$

a,b,c: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معناداری($P\leq0/05$)را نشان می دهند



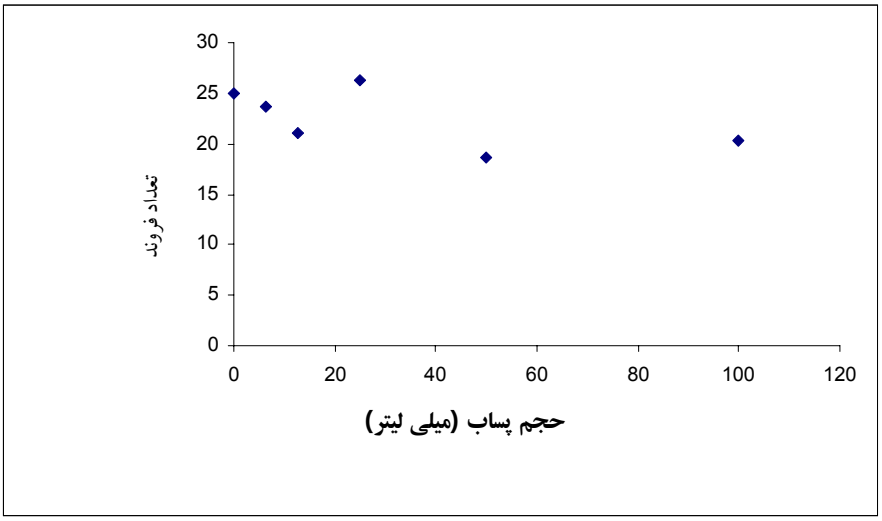
شکل۱- درصد رشد تعداد فروندها (روز سوم)



شکل۲- درصد رشد تعداد فروندها (روز پنجم)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳ - درصد رشد تعداد فروندها (روز هفتم)

جدول۲ - درصد رشد طول ریشه در روز پنجم در مقایسه با کنترل

حجم(میلی لیتر)	۰	۶/۲۵	۱۲/۵	۲۵	۵۰	۱۰۰
طول ریشه(میلی متر)	^{d}۱/۲۴ ± ۱۴/۶۶	^{c}۱/۲۴ ±۸/۸۳	^{bc}۱/۲۴ ±۵ /۶۶	^{ab}۱/۲۴ ±۲/۶۶	^{ab}۱/۲۴ ±۲/۶۶	^{a}۱/۲۴ ±۱

a,b,c: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معناداری($P\leq0/05$)را نشان می دهند

نتایج و بحث

غلظت‌های بالای نمک در محیط‌های آبی تأثیر زیانباری بر رشد گیاهان داشته و غلظت‌های بیش از حد نمک باعث مرگ گیاهان می‌شود (میرو و همکاران[1]، ۲۰۰۰). (رامولیا و همکاران[2]، ۲۰۰۴) بیان می کنند که غلظت‌های بالای نمک باعث تأخیر در رشد گیاهان می‌شود. گونه‌های گیاهی مختلف در حساسیت یا تحمل به استرس نمک متفاوتند. غلظت بالای نمک می تواند باعث کاهش پتانسیل اسمزی محیط شده و در نتیجه فراهمی آب در گیاه کاهش می یابد. Duckweed پراکنش گسترده‌ای در آب‌های شیرین اغلب نواحی جهان دارند. پساب نساجی حاوی غلظت‌های بالایی از نمک می‌باشد. پساب این کارخانه نساجی نیز محتوی مقادیر بالای نمک بوده و نتایج حاصل از آزمایش‌ها و مقایسه‌ی آن با رشد عدسک‌های شاهد تاثیر منفی شوری را بر رشد عدسک‌ها تأیید می‌کند. (دیویس و همکاران، ۲۰۰۵) با بررسی اثر رنگ آزو[3] موجود در پساب صنایع نساجی بر روی گونه گیاهی آبزی Phragmites australis مشاهده نمودند که رنگ آزو به مقدار زیادی جذب بافت‌های مختلف این گیاه می‌شود.

آزمون‌های بیولوژیکی روی عدسک آبی پتانسیل یوتروف پساب کارخانه‌ی نساجی را آشکار ساخت. یکی از رنگ‌هایی که به مقدار زیاد در پساب این کارخانه وجود دارد رنگ آزو می‌باشد

همچنین میزان سمیت رنگ‌ها، اسیدها، قلیاها، نمک و فلز مس در پساب این کارخانه نساجی بسیار بالا است.

درصد رشد تعداد فروندها در طول روزهای سوم، پنجم و هفتم در پنج حجم پساب متفاوت با کنترل مقایسه شد (جدول ۱و نمودارهای ۱ ،۲ و ۳) .

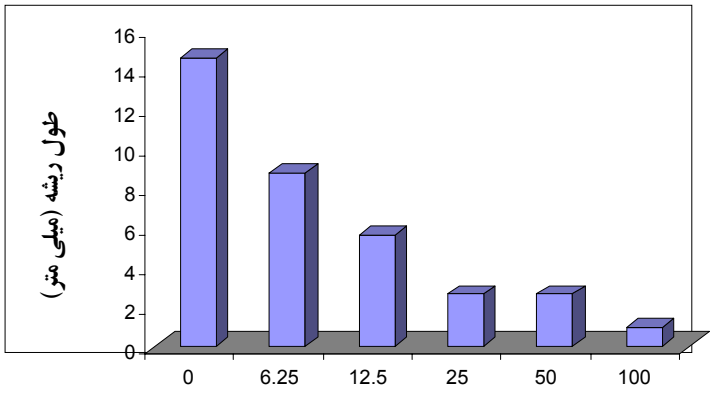
طبق نتایج، تغییرات تعداد فروندها تنها در روز هفتم معنادار ($P\leq0/50$) بود. تغییرات طول ریشه نیز مورد بررسی قرار گرفت و با کنترل مقایسه شد. نتایج در جدول (۲) و شکل (۴) نشان داده شده است.

طبق نتایج به‌دست آمده تغییرات طول ریشه در تمامی حجم ها در مقایسه با کنترل معنادار ($P\leq0/50$) بود. جدول (۲) و شکل (۴) نتایج مربوط به طول ریشه را نشان می‌دهد. طول ریشه با افزایش یافتن حجم پساب از ۲۰ میلی‌متر به ۱ میلی‌متر و کمتر کاهش یافت. همچنین ریشه‌های گیاهانی که در معرض پساب قرار گرفته بودند به طور قابل ملاحظه‌ای نازک‌تر از گیاهان کنترل بودند. یکی از دلایل این امر می‌تواند مربوط به مقادیر بالای فلز سنگین موجود در پساب باشد. از جمله ی این فلزات می توان به کروم اشاره نمود که به میزان فراوان در رنگ‌های به کار رفته توسط این کارخانه‌ی نساجی وجود دارد. مطالعات مورفولوژیک گیاه نشان داد که طول ریشه از متوسط ۲۰ میلی‌متر به یک میلی‌متر و کمتر با افزایش حجم پساب کاهش می‌یابد. دان و همکاران[4]، (۲۰۰۶) اثرات سمی پساب را بر رشد سلول-های ریشه عدسک آبی بررسی کردند مشخص شد که

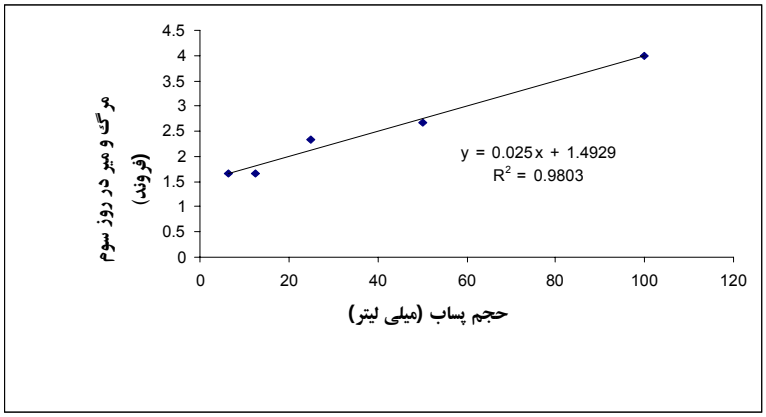
1- Mer et al.
2- Ramoliya et al.
3- AZO
4- Dane et al.

www.SID.ir

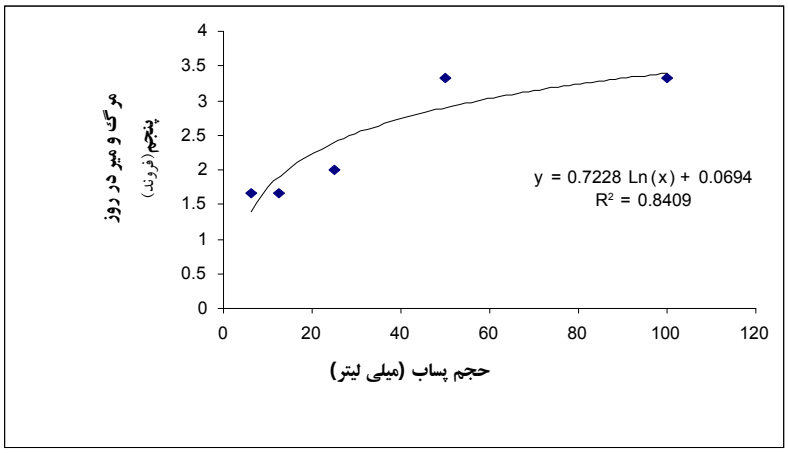
Archive of SID



شکل٤- تغییرات طول ریشه در روز پنجم



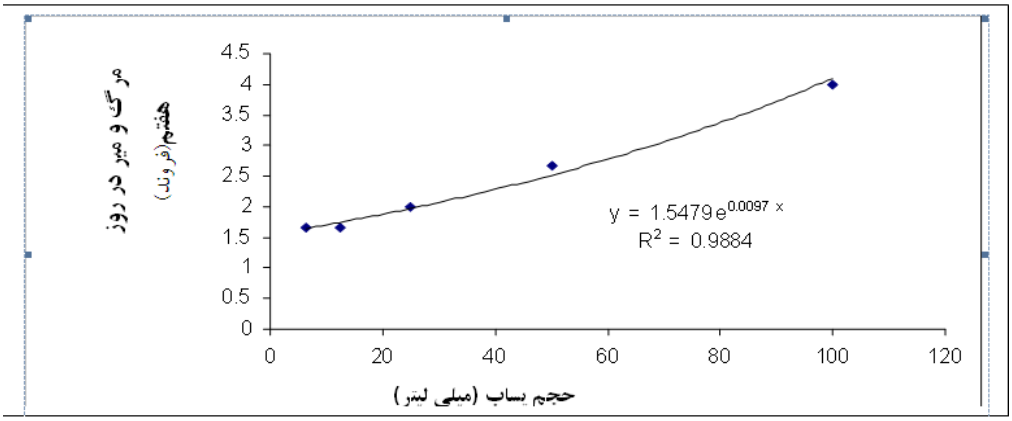
شکل ٥ - میزان مرگ ومیر در روز سوم



شکل٦ - میزان مرگ و میر در روز پنجم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- میزان مرگ ومیر در روز هفتم

جدول ۳- مقادیر MC50 و EC50 برحسب میلی‌گرم بر لیتر

	زمان (روز)		
فاکتور	۳	۵	۷
MC50(ml/l)	۷۷/۷۷	۵۹/۷	۶۹/۳۴
EC50(ml/l)	۵۷/۵۵	۲۵/۹۴	۴۲/۲

جدول ٤ - میانگین شاخص مرگ و میر

حجم(میلی لیتر)	روز سوم	روز پنجم	روز هفتم
۰	$1/6\pm17^{ab}$	$2/3\pm21^{a}$	$1/7\pm25^{cd}$
۶/۲۵	$0/7\pm19/33^{bc}$	$0/75\pm21/33^{a}$	$1/4\pm23/66^{bcd}$
۱۲/۵	1 ± 17^{ab}	$1/6\pm21^{a}$	$1/7\pm21^{abc}$
۲۵	$1/2\pm19/66^{c}$	$1/4\pm22/66^{a}$	$1\pm26/33^{d}$
۵۰	$0/75\pm16/66^{a}$	$1/3\pm17^{a}$	$1/6\pm18/66^{a}$
۱۰۰	$1/2\pm18/33^{ab}$	$1/2\pm19/33^{a}$	$1/5\pm20/33^{ab}$

a,b,c: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معناداری($P\leq0/05$)را نشان می دهند

جدول ٥ - میانگین شاخص مهار رشد

روز هفتم	روز سوم	روز پنجم	روز هفتم
۰	$0/75\pm50/33^{a}$	1 ± 49^{a}	$1/31\pm48^{a}$
۶/۲۵	$1/07\pm64/66^{b}$	$0/98\pm66/66^{b}$	$2/06\pm68/57^{bc}$
۱۲/۵	$1/07\pm69/33^{bc}$	$2/27\pm67/23^{b}$	$1/72\pm72/38^{cd}$
۲۵	$1/74\pm65/33^{b}$	$2/21\pm64/97^{b}$	$0/90\pm65/23^{b}$
۵۰	$1/86\pm72^{c}$	$1/60\pm76/83^{c}$	$1/57\pm77/14^{d}$
۱۰۰	$2/03\pm71^{c}$	$0\pm72/88^{c}$	$1/72\pm76/66^{d}$

a,b,c: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معناداری($P\leq0/05$)را نشان می دهند

حجم‌های پایین پساب اثر مثبتی بر رشد سلول‌های ریشه دارد. در مطالعه‌ی حاضر نیز نتیجه ی مشابهی حاصل شد.

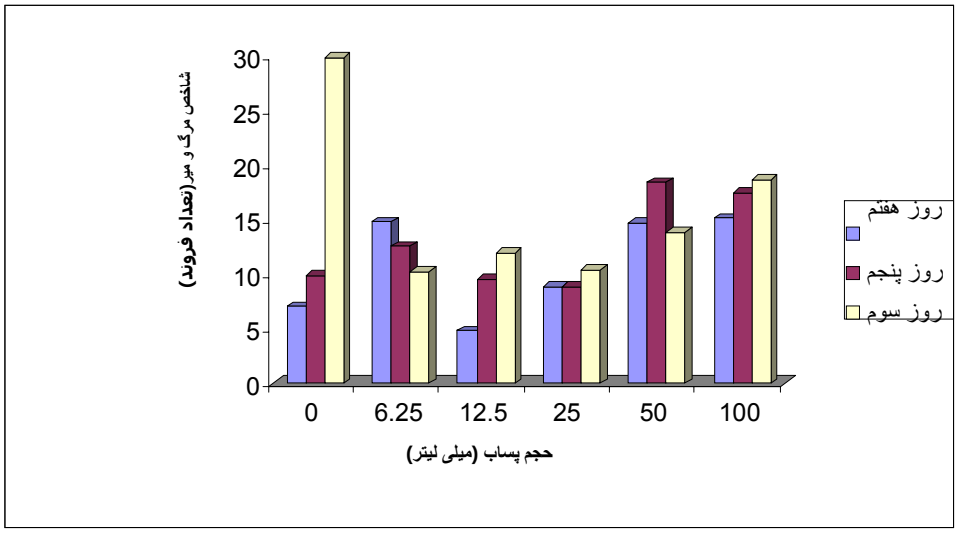
جهت محاسبه مقادیر MC50 و EC50 ابتدا درصد مرگ و میر عدسک‌ها را در روزهای سوم، پنجم و هفتم محاسبه شد(اشکال ۵، ۶، ۷).

مقادیر MC50 و EC50 برحسب میلی‌گرم/لیتر محاسبه شد. نتایج در جدول (۳) نشان داده شده است.

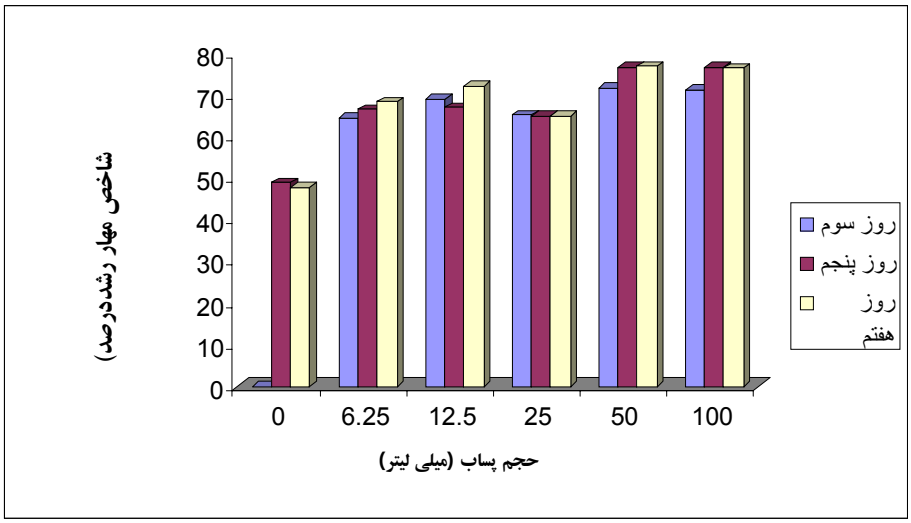
شکل (۸) شاخص مرگ و میر و شکل (۹) شاخص مهار رشد عدسک‌ها را در پنج حجم متفاوت پساب در روزهای سوم، پنجم و هفتم نشان می‌دهد. جداول ۴ و ۵ نیز شاخص مرگ ومیر و شاخص مهار رشد را در عدسک‌ها از طریق مقایسه میانگین ها نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- شاخص مرگ ومیر در پنج حجم متفاوت پساب در روز سوم، پنجم و هفتم



شکل ۹- میانگین شاحص مهار رشد در پنج حجم متفاوت پساب

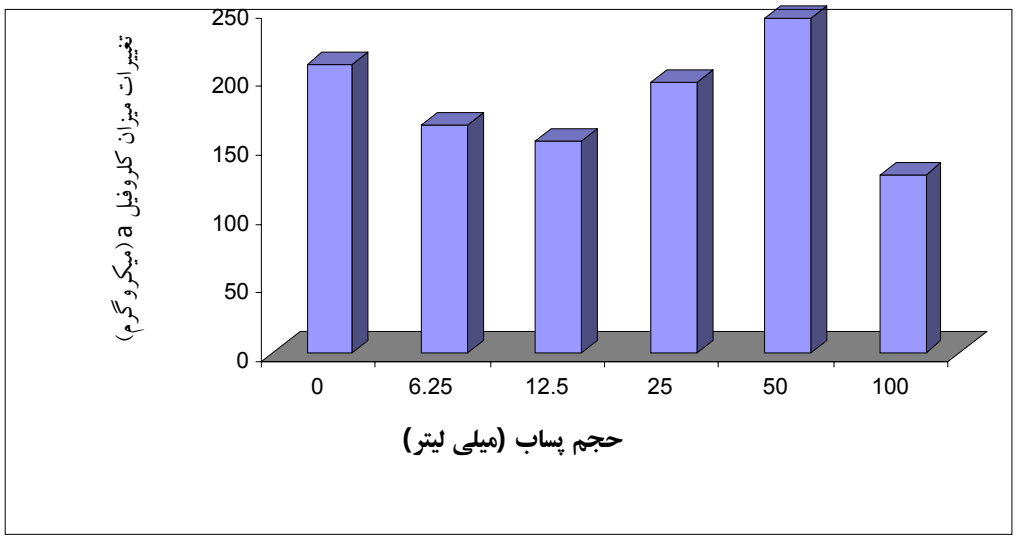
جدول٦- غلظت کلروفیل(میلی لیتر/میکروگرم) در پنج حجم متفاوت پساب در روزهای سوم، پنجم و هفتم

حجم(میلی لیتر)	کلروفیل a	کلروفیل b	
۰	5/73±209/60bc	9/26±249/46a	[a]۲۴۹/۴۶ ± ۹/۲۶
۶/۲۵	6/10±175/26ab	6/02±302/99a	[a] ۳۰۲/۹۹ ±۶/۰۲
۱۲/۵	6/66±153/77ab	7/14±214/65a	[a]۲۱۴/۶۵± ۷/۱۴
۲۵	4/72±196/62bc	7/14±214/65a	[a]۲۱۴/۶۵ ± ۷/۱۴
۵۰	5/11±263/37c	4/05±278/92a	[a]۲۷۸/۹۲± ۴/۰۵
۱۰۰	5/78±129/51a	7/07±217/3a	[a]۲۱۷/۷۳ ± ۷ /۰۷

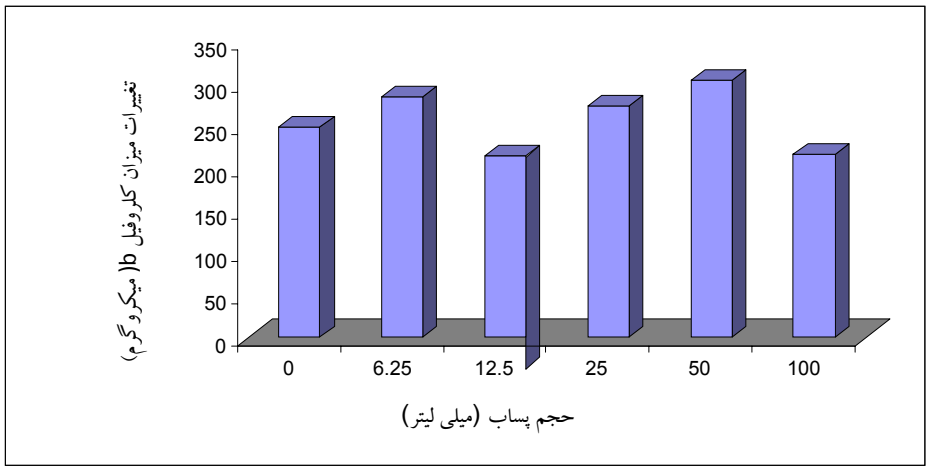
a,b,c: میانگین های دارای حروف غیر مشابه در هر ستون تفاوت معناداری($P\leq 0/05$)را نشان می دهند

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۰- تغییرات میزان کلروفیل a



شکل ۱۱- تغییرات میزان کلروفیل b

ونیز و همکاران[1] (۲۰۱۰) اثر پساب نساجی را بر جوانه زنی و رشد Vignamungo بررسی کردند، سرعت جوانه زنی و رشد در حجم‌های پایین‌تر نسبت به کنترل بیشتر بود، ولی با افزایش حجم پساب نرخ جوانه زنی و رشد کاهش یافت. بهترین نرخ جوانه زنی و رشد در غلظت ۲۵ درصد پساب مشاهده شد. در غلظت بالای ۲۵ درصد پساب طول ریشه و ساقه کاهش یافت.در مطالعه‌ی حاضر نیز در حجم‌های بالای ۲۵ میلی‌متر میزان رشد عدسک ها در مقایسه با عدسک‌های شاهد کاهش یافت. باش و والش[2] (۱۹۸۰) اثر پساب یک کارخانه نساجی را روی جلبک آب شیرین Selenastrum Capricornutum بررسی نمودند، نتایج نشان داد که رشد جلبک به‌وسیله غلظت‌های مختلف پساب تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش یافت.

تغییرات غلظت کلروفیل نیز در انتهای آزمایش در حجم‌های متفاوت پساب با کنترل مقایسه شد.

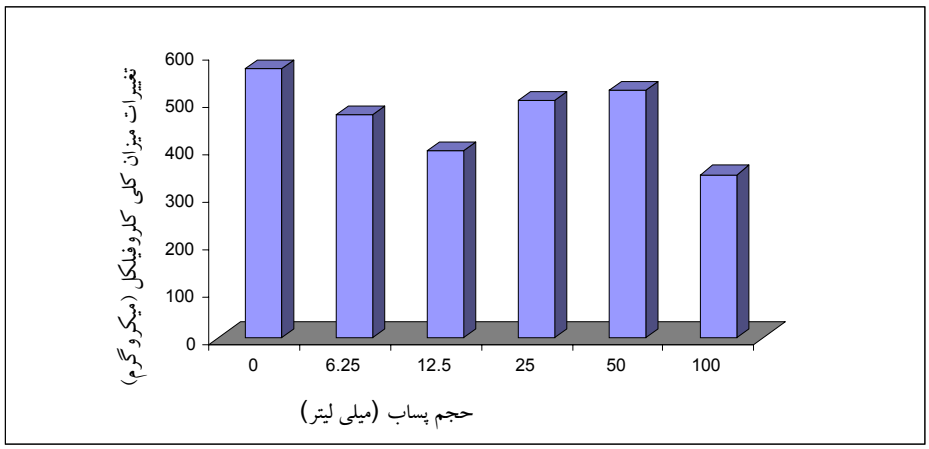
نتایج تجزیه واریانس داده هابا نرم افزار SPSS نشان داد که میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در تمام غلظت‌ها تفاوت معنادار ($P\leq ۰/۵۰$) با شاهد از خود نشان داده است (اشکال ۱۲و۱۰،۱۱).

تفاوت میزان کلروفیل b در هیچ کدام از غلظت‌ها معنادار نبود. غلظت کلروفیل (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل) با افزایش تدریجی میزان پساب افزایش یافت ولی در غلظت بالاتر از ۵۰درصد

1- Wins et al.
2- Walsh and Bahner

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱۲- تغییرات میزان کلروفیل کل

میزان کلروفیل کاهش پیدا نمود. حضور فلزات از جمله منیزیم در پساب نساجی می‌تواند یکی از دلایل افزایش نسبی میزان کلروفیل باشد.یکی دیگر از دلایل افزایش میزان کلروفیل مربوط به مقادیر بالای نیتروژن موجود در رنگ‌های به کار رفته در کارخانه نساجی می باشد، چرا که نیتروژن یکی از عناصر اصلی در ترکیب رنگ‌های نساجی است که منجر به ا فزایش تقسیمات سلولی خواهد شد (باپت و همکاران[۲۳]، ۲۰۰۸) همچنین کاهش رشد و ریشه زایی،کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی و نهایتا مرگ گیاه به مقادیر بالای کروم موجود در ساختار رنگ‌های به‌کار رفته در نساجی مرتبط است و نتایج حاصل از آزمایش‌ها ما تایید کننده‌ی کار واجپایی و همکاران[۲۴] (۱۹۹۹)بود.

ناگاجیوتی و همکاران[۲۵] (۲۰۰۸) مشاهده کردند که در غلظت ۲۵درصد پساب نساجی محتوای کلروفیلی عدسک آبی (a,b, و کلروفیل کل) افزایش یافت. ناز و همکاران[۲۶] (۲۰۱۰) نشان دادند که محتوای کلروفیلی عدسک‌های آبی با افزایش میزان پساب تا غلظت ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقادیر پایین کروم اثر تحریکی بر فعالیت های متابولیکی مختلف از جمله محتوای کلروفیل های a,b و کل داشتند. در حالیکه مقادیر بالای آن تاثیر مهاری داشتند. در مطالعه ی حاضر به دلیل قلیایی بودن ترکیب کلی پساب نساجی افزایش تدریجی حجم پساب قلیایی باعث کاهش تدریجی میزان رشد و محتوای کلروفیلی شد. در حجم‌های ۲۵ تا ۵۰ میلی‌لیتر پساب، رشد و میزان کلروفیل افزایش نشان دادند و در حجم‌های بالاتر اثرات سمی هم در میزان کلروفیل و رشد و هم در اندازه ی طول ریشه مشاهده شد.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه‌ی حاضر، پساب نساجی بر بسیاری از ویژگی‌های عدسک آبی دارای اثر منفی بود. مثلا طول ریشه‌ی عدسک آبی در حجم‌های بالای پساب به کمتر از دو میلی‌متر، میزان رشد به کمتر از ۵۰ درصد و تعداد فروند به ۱۰ تا ۱۵ درصد نسبت به نمونه‌ی شاهد کاهش یافت . برخلاف ویژگی‌های ذکر شده میزان کلروفیل در برخی از حجم‌های پساب به ویژه در حجم ۵۰ میلی‌لیتر پساب افزایش اندکی از خود نشان می‌داد.

1- Buapet et al.
2 - Vajpaye et al.
3 - Nagajyoti et al.
4- Nazz et al.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1- Anonymous .1991. Conducting static toxicity tests with Lemna gibba. Annual Book of ASTM Standards, Section 11. Water and Environmental Technology. ASTM, Philadelphia, PA. Guide E:1415-91.

2- Anonymous, 2000. Testing and assessment: guidance document on aquatic toxicity testing of difficult substances and mixtures. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, France.

3- Anonymous,1995. Water quality Determination of growth inhibition (7-d) Lemna minor, Duckweed SS 02 82 13, Swedish Institute of Standards, Stockholm, Sweden.

4- Anonymous. 1992. Toxicity standard methods for, examination of water and wastewater 18Th Ed Anonymous, Part 8000 8-32-8-39.

5- Anonymous.1996. Ecological effects test guidelines OPPTS 850.4400, Aquatic Plant Toxicity Test Using Lemna gibba., Tiers I and II, EPA 712-C-96- 156.

6- Araujo, A. S.and R.T. Monteiro, 2005. Plant bioassays to Assess toxicity of textile sludge compost. Science Agricultural (Piracicaba, Braz) , 62: 286-290.

7- Bahner, H. and G.E. Walsh, 1980. Toxicity of the textile mill effluents to freshwater and estuarine Algae, Crustaceans and fishes. Environmental Pollution, 21: 162-179.

8- Cleuvers, M. 2001. Analysis und bewertung phytotoxischen Potentials Xenobiotic—Modification. Ph.D. Thesis, Aachen University of Technology, Aachen, Germany.

9- Cleuvers, M. and H. T. Ratte, 2002b. An alternative to the algal growth inhibition test. Chemosphere, 49:9-15.

10- Cleuvers, M. and H.T Ratte.2002a. Phytotoxicity of coloured substances: is Lemna Duckweed. Chemosphere, 13:12-18.

11- Davies, L. C., Carias, C. C., Novais, J. M. Martins. 2005. Phytoremediation of textile effluents containing azo dye by using Phragmites australis in a vertical flow intermitten feeding constructed wetland. Ecological Engineering, 25: 594-605.

12- EPA, 1996. Ecological Effects Test Guidelines OPPTS 850.4400. Aquatic Plant Toxicity Test using Lemna spp., Tiers I and II, EPA 712-C-96- 156.

13- Garg, V. K. and P. Kaushik. 2008. Influence of textile wastewater irrigation on the growth of Sorghum cultivars. Ecology and Environmental Research, 6 (2): 1-12.

14- Gomez, N., Sierra, M.V., Cortelezzi, A. and A. Capitulo, 2008. Effects of discharges from the textile industry on the biotic integrity of benthic assemblages. Ecotoxicology and Environmental Saefty, 69: 472-479.

15- Lewis, M. A. 1995. Use of freshwater plants for phytotoxicity testing: A review. Environment Pollution, 87 : 319–336.

16- Mer, R. K., Prajith, P. K., Pandya, D. H. and A.N. Pandey, 2000. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of Hordeum vulgare, Triticumaestivum, Cicerarietinum and Brassica juncea. Journal of Agronomy and Crop Science. 185:209–217.

17- Porra, L. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater . APHA, AWWA, WEF, Washington, DC., Toxicity Part 8000 8-32-8-39.

18- Ramoliya, P. J., Patel, H. M. and A.N. Pandley, 2004. Effect of salinization of soil on growth and macro and micro nutrient accumulation in seedlings of Salvadora persica (Salvadoraceae). Forest Ecological Management, 202 :181–193.

www.SID.ir

Archive of SID

19- Rosa, V. C., Giuradelli, M., Correa, X. P., Prig, L.R., Schwingel, P. R., Resgalla, C. and M. Radetski, 2007. Ecotoxicological evaluation of the short term effects of fresh and stabilized textile sludges before application in forest soil restoration. Environmental Pollution, 146: 463-469.

20- Sharma, K. P. Sharma, S., Singh, P. K., and S. Kumar. S. 2007. A comparation characterization of textile wastewaters (untreated and treated) toxicityby chemical and biological tests. Chemosphere, 69: 48-54.

21- Wang, W. 1990. Literature review on duckweed toxicity testing. Environment Research, 52: 7–22.

22- EPA, 1996. Ecological Effects Test Guidelines OPPTS 850.4400. Aquatic Plant Toxicity Test using Lemna spp., Tiers I and II, EPA 712-C-96- 156.

23- Walsh, G.E and Bahner, H. 1980. Toxicity of the textile mill effluents to freshwater and estuarine Algae, Crustaceans and fishes. Environmental Pollution, 21: 162-179.

24- Wang, W. 1990. Literature review on duckweed toxicity testing. Environment Research, 52: 7–22.

25- Wins, A., Sani, R.K. 2010. High rate biodegradation of 3-and 4 nitroaniline. Chemosphere. 39: 2325-2346.

26- Porra, L. 1989. Standard methods for the examination of water and wastewater .18th Ed APHA, AWWA, WEF, Washington, DC., Toxicity Part 8000 8-32-8-39.

www.SID.ir