

## مکان‌یابی مناطق مستعد به آلودگی نیلوفر پیچ (*Ipomoea hederacea* Jacq) در مرحله جوانه زنی: علف هرز جدیدالورود در اراضی زراعی استان گلستان

### Locating areas prone to infection with Ivy-leaved morning glory (*Ipomoea hederacea* Jacq) in germination stage: a new entrant's weed in arable lands of Golestan Province

مریم گرگانی<sup>۱</sup>، آسیه سیاهمرگویی<sup>۲\*</sup>، فرشید قادری فر<sup>۳</sup>، جاوید قرخلو<sup>۳</sup>

#### چکیده

دسترسی به نقشه‌های توزیع علف‌های هرز می‌تواند در طراحی برنامه‌های مدیریتی آنها بسیار مفید است. مکان‌یابی دقیق مناطق مستعد آلودگی به علف‌های هرز جدیدالورود، نیازمند آگاهی از نیازهای بوم‌شناختی گیاهان مورد نظر از جمله دماهای کاردینال، EC و pH است. به‌منظور بررسی اثر دما بر جوانه‌زنی و تعیین دماهای اصلی جوانه‌زنی (دمای پایه، مطلوب و سقف برای جوانه‌زنی) بذر علف هرز نیلوفر پیچ، بذرها در انکوباتور در دماهای ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای تعیین دقیق دماهای کاردینال جوانه‌زنی مدل‌های بتای اصلی، بتای تغییر یافته، دوتکه‌ای و دندان‌مانند استفاده شد. با بررسی پارامترهای مختلف، مدل بتای اصلی به‌عنوان مدل برتر انتخاب و دمای پایه، بهینه و سقف جوانه‌زنی این گیاه به ترتیب ۱۰، ۲۵/۹۱ و ۴۱/۲۲ درجه سانتی‌گراد برآورد گردید. نتایج نشان داد که گیاه نیلوفر پیچ از توانایی زیادی در تحمل به شوری خاک برخوردار است. به نحوی که شوری ۴۵ دسی‌زیمنس بر متر فقط می‌تواند باعث کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی این گیاه گردد. علاوه بر این جوانه‌زنی این گیاه در pH های اسیدی به‌طور معنی‌داری بیشتر از pH های قلیایی بود. بررسی نقشه‌ها نشان داد که از نظر توزیع جغرافیایی در محدوده مورد مطالعه، از نظر EC و دما، هیچ محدودیتی برای جوانه‌زنی و استقرار این گیاه وجود ندارد. اما از نظر pH مانع مهمی در افزایش دامنه پراکنش این گیاه در استان وجود دارد. به‌طوریکه تنها بخش کوچکی از اراضی محدوده کلاله و گالیکش از نظر این فاکتور، در محدوده مطلوب جوانه‌زنی و استقرار آن قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: تنش‌های غیر زنده، دماهای کاردینال، علف هرز مهاجم، مدل‌های رگرسیونی.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۱

۱، ۲، ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، استادیار و دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

\*- نویسنده مسئول E-mail: siahmarguee@gau.ac.ir

## مقدمه

علف هرز مهاجم گونه‌ای بومی یا غیر بومی است که با ورود به یک منطقه قلمرو خود را گسترش داده، تنوع زیستی را تهدید و موجب پیامدهای نامطلوب اقتصادی و محیطی می‌گردد (Minbashi-Moeini *et al.*, 2010). از دلایل موفقیت و بقای این گیاهان، تولید بذر فراوان، سازگاری با شرایط اقلیمی منطقه و عدم وجود علف‌کش مناسب جهت کنترل آن‌ها می‌باشد (Savarinejad *et al.*, 2010; Sohrabi *et al.*, 2013).

بر این اساس، علاوه بر داشتن اطلاعاتی در مورد بیولوژی و اکولوژی علف‌های هرز در هر منطقه، دسترسی به نقشه‌های توزیع آن‌ها نیز می‌تواند در طراحی برنامه‌های مدیریتی بر اساس نیازهای هر منطقه بسیار مفید باشد. سیاهم‌گویی و همکاران (Siahmarguee *et al.*, 2016) در مطالعه‌ای امکان حضور گونه‌هایی مانند کنجد شیطانی، خربزه وحشی، فرفیون خوابیده (*Euphorbia maculata* L.) و فرفیون ناجور برگ (*Euphorbia heterophylla* L.) را در اراضی زراعی استان گلستان مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که محدوده وسیعی از اراضی زراعی این استان، مستعد تهاجم به وسیله گونه‌های کنجد شیطانی، خربزه وحشی و فرفیون خوابیده است.

مکان‌یابی دقیق مناطق مستعد آلودگی به علف‌های هرز جدیدالورود، نیازمند آگاهی از نیازهای بوم‌شناختی گیاهان مورد نظر از جمله دماهای کاردینال<sup>۱</sup>، EC و pH است.

توابع دمایی مختلفی برای توصیف واکنش جوانه‌زنی به دما وجود دارد که توابع دو تکه‌ای<sup>۲</sup>، بتا<sup>۳</sup> و دندان‌مانند<sup>۴</sup> بیش‌تر از بقیه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اما با توجه به ماهیت داده‌های سرعت جوانه‌زنی در دماهای مختلف، هر کدام از این توابع در تعیین دماهای کاردینال، از دقت‌های متفاوتی برخوردار بوده و به خروجی‌های مختلفی نیز ختم خواهند شد. از این رو انتخاب مدل مناسب یکی از پیش شرط‌های

لازم در تعیین دقیق دماهای کاردینال جوانه‌زنی است (Ghaderifar *et al.*, 2012; Soltani *et al.*, 2008).

سهرابی کرت آباد و همکاران (Sohrabi kart-abad *et al.*, 2013) گزارش کردند که در گیاه خربزه وحشی بر اساس مدل دو تکه‌ای، دماهای پایه، مطلوب و سقف به ترتیب ۲۰، ۳۵ و ۴۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. الهی‌فرد و همکاران (Elahifard *et al.*, 2013) برای برآورد دماهای کاردینال جوانه‌زنی علف هرز درنه (*Echinochloa colona* (L.) Link.) از مدل بتای اصلی استفاده و بر اساس آن دماهای ۷/۳، ۲۸/۳ و ۴۶ درجه سانتی‌گراد را به‌عنوان دمای پایه، بهینه و سقف جوانه‌زنی بذر درنه برآورد نمودند. قادری‌فر و همکاران (Ghaderifar *et al.*, 2012) با استفاده از مدل دندان‌مانند، دمای پایه، مطلوب پائینی، مطلوب بالایی و سقف جوانه‌زنی چاودار را به ترتیب ۳/۲۸، ۲۵، ۳۴/۵۱ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد تعیین کردند. نژادحسن و همکاران (Nejadhasan *et al.*, 2017) برای کمی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی منداب به دما و تعیین دماهای کاردینال از مدل بتای اصلی استفاده کردند و بر اساس آن دماهای کاردینال جوانه‌زنی (پایه، مطلوب و سقف) این گیاه را به ترتیب ۲، ۲۹/۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد برآورد نمودند. اسیدپت خا<sup>ک</sup> نیز از جمله عواملی است که به شدت می‌تواند جوانه‌زنی را تحت تأثیر خود قرار دهد. اثرات pH بر جوانه‌زنی بذور در بین گونه‌های گیاهی متفاوت است، به‌طوری که برخی از گونه‌ها از شرایط اسیدی بهره می‌برند، برخی شرایط خنثی یا قلیایی را برای جوانه‌زنی ترجیح می‌دهند و جوانه‌زنی بعضی گونه‌ها نیز به تغییرات pH واکنشی نشان نمی‌دهد (Susko *et al.*, 1999). مهرآفرین و همکاران (Mehrafarin *et al.*, 2009) با مطالعه رفتار جوانه‌زنی فرفیون در اسیدپت‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که ۸۴ درصد بذور فرفیون در اسیدپت ۳ تا ۹/۵ قادر به جوانه‌زنی بوده و فقط در اسیدپت برابر ۱۲ که یک سطح غیر نرمال در خاک‌های کشاورزی است، جوانه‌زنی نخواهند داشت.

- 1 - Cardinal temperatures
- 2- Segmented
- 3- Beta
- 4- Dent-like

دماهای اصلی جوانه‌زنی (دمای پایه، مطلوب و سقف برای جوانه‌زنی) نیلوفر پیچ، بعد از حذف کمون بذرها با استفاده از تیمار اسید سولفوریک غلیظ به مدت ۲۵ دقیقه (Kiani *et al.*, 2015)، بذرها در محیط انکوباتور در دماهای ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای انجام آزمون جوانه‌زنی در هر دما، ۴ تکرار ۲۵ تایی از بذر شمارش و روی یک لایه کاغذ صافی واتمن در پتری دیش‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار گرفت. شمارش بذرها روزانه بیش از یک بار صورت گرفت و تا متوقف شدن جوانه‌زنی ادامه یافت. معیار بذرهاى جوانه‌زده خروج ریشه‌چه، به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود (Soltani *et al.*, 2002). در کلیه تیمارهای دمایی منحنی پیشرفت جوانه‌زنی در مقابل زمان (ساعت)، ترسیم و زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی از طریق درون‌یابی برآورد گردید. همچنین معکوس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی به‌عنوان سرعت جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Soltani *et al.*, 2002). برای محاسبه درصد و سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن از برنامه جرمین<sup>۱</sup> استفاده شد (Soltani and Madah, 2010).

برای بررسی واکنش جوانه‌زنی بذرها به دما در پتانسیل-های مختلف تابع دمایی دندان‌مانند، دوتکه‌ای، بتا (اصلی) و بتا (تغییریافته) آزمون شدند (Soltani *et al.*, 2008).

۱- تابع بتای اصلی که معادله آن به‌صورت زیر است:

$$f(T) = \frac{[(T - T_b) / (T_0 - T_b)] * (T_c - T) / (T_c - T_b) * (T_c - T_0) / (T_0 - T_b)]^a}{f_0} \quad \text{if } T > T_b \text{ and } T < T_c$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c \quad \text{معادله (۱)}$$

۲- تابع بتای تغییر یافته که معادله آن به‌صورت زیر است .

$$f(T) = \frac{((T_c - T) / (T_c - T_p)) * ((T - T_b) / (T_p - T_b))^{**} * ((T_p - T_b) / (T_c - T_p))}{f_0} \quad \text{if } T_b = 0, T_c = 40$$

۳- تابع دوتکه‌ای که معادله آن به‌صورت زیر است .

$$f(T) = (T - T_b) / (T_0 - T_b) \quad \text{if } T_b < T \leq T_0$$

$$f(T) = (T_c - T) / (T_c - T_0) \quad \text{if } T_0 < T < T_c$$

$$f(T) = 0 \quad \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c \quad \text{معادله (۳)}$$

۴- تابع دندان‌مانند که معادله آن به‌صورت زیر است.

علاوه بر pH، شوری خاک نیز از جمله فاکتورهایی است که می‌تواند پراکنش گونه‌های گیاهی را تحت تأثیر قرار دهد. در این راستا چائوهان و آبوکو (Chauhan and Abugho, 2012) با مطالعه بر روی *Ipomoea triloba* L. نشان دادند که شوری محلول بین صفر تا ۲۵۰ میلی‌مولار اثری بر جوانه‌زنی بذور این گیاه نداشت. سرکار آشوکا و همکاران (Sarkar Ashoka *et al.*, 2014) نیز دریافتند که کمترین میزان جوانه‌زنی در شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر (۳۷ درصد) مربوط به بذور *Ipomoea aquatic* Forssk. بود. نامبردگان اظهار نمودند که شوری بین ۸ تا ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به شدت جوانه‌زنی بذور این گونه را کاهش می‌دهد.

طی بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که مزارع سویا در استان گلستان به‌وسیله گونه‌های مختلف نیلوفر (*Ipomoea spp*) مورد تهاجم قرار گرفته است. این گیاهان در سال‌های قبل جزء فلور علف‌های هرز این مزارع نبوده و اخیراً به آن اضافه شده و تقریباً به‌طور گسترده در اکثر مزارع سویای این استان (به‌خصوص شهرستان‌های گرگان و کردکوی) انتشار یافته‌اند (Nazariyan *et al.*, 2010; Savarnejad *et al.*, 2016). در حال حاضر دو گونه از این جنس شناسایی و تعدادی دیگر نیز در دست مطالعه و بررسی است. یکی از این گونه‌های شناسایی شده، نیلوفر پیچ با نام علمی *Ipomoea hederacea* Jacq است.

با توجه به اینکه در طراحی برنامه‌های مدیریتی صحیح در مهار گیاهان جدیدالورود، شناسایی مناطق مستعد به آلودگی آن‌ها الزامی است، هدف این مطالعه تعیین دامنه گسترش نیلوفر پیچ در اراضی زراعی استان گلستان می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در گام نخست جهت انطباق نیازمندی‌های محیطی نیلوفر پیچ شامل دمای مطلوب، Ec و pH سه آزمایش به شرح زیر طراحی و اجرا گردید.

الف) به‌منظور بررسی اثر دما بر جوانه‌زنی و تعیین

سرعت جوانه‌زنی نسبت به دما در پتانسیل‌های مختلف آب، برای تعیین دماهای کاردینال جوانه‌زنی استفاده می‌شود.

ب) اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی بذر نیلوفر پیچ در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار و با استفاده از نمک NaCl به روش وانت هوف مورد بررسی قرار گرفت. سطوح شوری مورد مطالعه شامل (صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱، ۱/۲، ۱/۴، ۱/۶، ۱/۸، ۲- جوانه‌زده هر روز بیش از یک‌بار انجام شد.

ج) جهت بررسی اثر pH بر جوانه‌زنی بذر این گیاه محلول‌هایی با اسیدیته ۴، ۵ و ۶ با استفاده از فتالات هیدروژن پتاسیم ۰/۱ مولار و محلول‌های با اسیدیته ۷، ۸ و ۹ به وسیله بوراکس ۲۵ میلی‌مولار آماده شد. محلول‌های بافر به وسیله HCL یک مولار یا NaOH نیم مولار تنظیم شد (Susko and Hosein, 2007). هر تکرار شامل ۲۵ بذر بود که در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری قرار گرفت و پس از اضافه کردن محلول، در دمای مطلوب به دست آمده از آزمایش اول قرار داده شد. شمارش بذور جوانه‌زده هر روز بیش از یک‌بار انجام شد.

به‌منظور تهیه لایه دمای میانگین برای هر کدام از سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیر (ماه‌هایی که امکان رخداد جوانه‌زنی بذر این گیاه در آن‌ها بیشتر است) از اطلاعات مرتبط با هفت ایستگاه سینوپتیک واقع در استان گلستان استفاده شد. بدین منظور، میانگین اطلاعات دما در درازمدت از اطلاعات ثبت‌شده در ایستگاه‌ها محاسبه و سپس مدل‌های مختلف نمایی، گوسی، J-Bessel، Hole effect، K-Bessel و J-Bessel در روش کریجینگ جهانی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در نهایت مدل برتر بر اساس شاخص جذر میانگین مربعات خطا انتخاب و برای درون‌یابی مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت نیز از

$$\begin{aligned} \hat{f}(T) &= ((T-T_b)/(T_{01}-T_b)) & \text{if } T_b < T \leq T_{01} \\ \hat{f}(T) &= ((T_c-T)/(T_c-T_{02})) & \text{if } T_{02} < T \leq T_c \\ \hat{f}(T) &= 1 & \text{if } T_{01} < T \leq T_{02} \\ \hat{f}(T) &= 0 & \text{if } T \leq T_b \text{ or } T \geq T_c \end{aligned} \quad \text{معادله (۴)}$$

در این توابع  $T$  دما،  $T_b$  دمای پایه،  $T_{01}$  دمای مطلوب،  $T_{02}$  دمای مطلوب تحتانی،  $T_{02}$  دمای مطلوب فوقانی،  $T_c$  دمای سقف،  $f_0$  و  $a$  ضریب ثابت می‌باشد. تخمین پارامترهای هر مدل با روش مطلوب‌سازی تکراری صورت گرفت. در روش مطلوب‌سازی تکراری با هر بار وارد کردن مقادیر اولیه پارامترها، مقادیر نهایی آن با روش کمترین توان‌های دوم تخمین زده می‌شود. تغییر مقادیر اولیه تا زمانی انجام می‌گیرد که بهترین برآورد از پارامترها به دست آید. بهترین برآورد پارامترهای مدل بر اساس خطای معیار (SE) کمتر پارامترها و جذر میانگین مربعات انحراف (RMSE) کمتر رگرسیون مشخص می‌شود (Soltani et al., 2008). برای انتخاب مدل برتر از میان مدل‌های مورد استفاده، از جذر میانگین مربعات انحرافات (RMSE) برای زمان جوانه‌زنی، ضریب تبیین ( $R^2$ )، ضریب همبستگی ( $r$ )، ضرایب رگرسیون ساده خطی ( $a$  و  $b$ ) در رابطه زمان (ساعت) تا جوانه‌زنی مشاهده شده و پیش‌بینی شده استفاده شد. هر چقدر ضریب تبیین ( $R^2$ ) مدل استفاده شده بالاتر باشد نشان‌دهنده این است که مدل درصد تغییرات سرعت جوانه‌زنی را بیشتر توجیه می‌کند. ضرایب  $a$  و  $b$  به ترتیب نشان‌دهنده میزان انحراف خط رگرسیون از مبدأ مختصات و میزان اریب خط رگرسیون از خط ۱:۱ است. مقدار عددی ضرایب  $a$  و  $b$  توسط نرم‌افزار SAS تعیین شد.

معنی‌داری ضریب  $a$  توسط نرم‌افزار SAS و معنی‌داری ضریب  $b$  با تعیین حدود اطمینان بررسی شد. معنی‌داری ضریب  $a$  به این معنی است که عرض از مبدأ خط رگرسیون از عرض از مبدأ خط ۱:۱ اریب دارد. معنی‌داری ضریب  $b$  به این معنا است که شیب خط رگرسیون از شیب خط ۱:۱ فاصله دارد و خط رگرسیون نسبت به خط ۱:۱ دارای اریب است (Soltani et al., 2008). هر چه پراکنش نقاط در اطراف خط یک به یک کمتر باشد نشانه کارایی بالاتر مدل است. با توجه به این معیارها مدل برتر، به‌منظور توصیف

در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد ۵۸ درصد بذور جوانه زدند. با افزایش دما از ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی افزایش یافت. به نحوی که بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به میزان ۸۲ درصد مشاهده شد. با افزایش دما از ۲۰ درجه سانتی‌گراد، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۷۸، ۶۹ و ۲۵ درصد بذور جوانه زدند و هیچ بذری در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد جوانه نزد. مارکوس و اولیورا (Marcos and Oliveira, 2006) اظهار داشتند که بیشترین درصد جوانه‌زنی در گونه گیاهی *Ipomoea lacunosa* L.، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن در دماهای ۴۵ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد رخ داد.

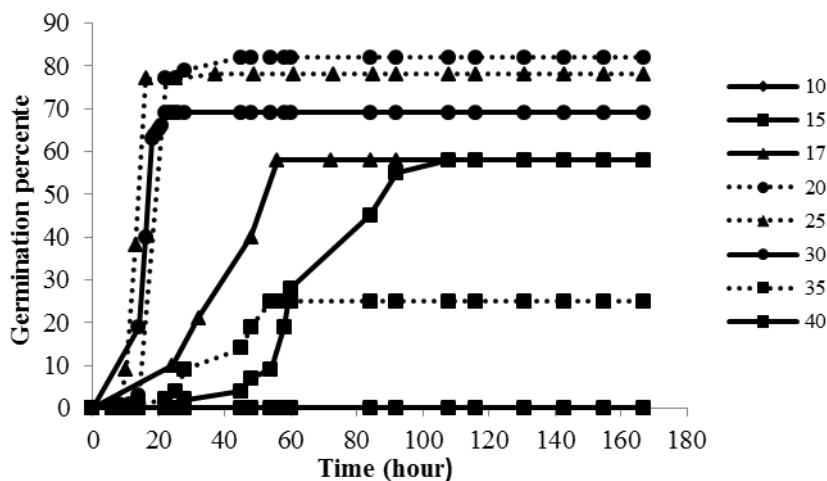
یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مورد توجه در برآورد دقیق دماهای کاردینال، استفاده از مدل مناسب است. برآورد دماهای پایه، مطلوب (مطلوب فوقانی و تحتانی در مدل دندان مانند)، سقف و تعداد ساعت بیولوژیک ( $f_0$ )، با استفاده از مدل‌های بتای اصلی، بتای تغییر یافته، دو تکه‌ای و دندان مانند همراه با ضریب تبیین ( $R^2$ ) منحنی برازش داده شده در جدول ۱ آورده شده است.

تکنیک آمار سلولی برای محاسبه میانگین دمای سه ماه استفاده شد.

همچنین به منظور تهیه نقشه‌های رقومی اسیدیته و EC، داده‌های خام ۳۳۰ نقطه از اراضی کشاورزی، از مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان - بخش خاک و آب دریافت شد. جهت تهیه لایه رستری EC از روش درون‌یابی کلاسیک IDW (فاصله وزنی معکوس) استفاده شد. بدین منظور، ۱۰ نقطه به‌عنوان نقطه تست کنار گذاشته شد و در درون‌یابی از آن‌ها استفاده نشد. لایه EC با مابقی نقاط تولید و با نقاط تست، دقت نقشه تولید شده مورد بررسی قرار گرفت. جهت تهیه لایه pH نیز مشابه EC عمل شد. کار فراخوانی لایه‌های اطلاعاتی طبقه‌بندی شده در محیط GIS نسخه ۱۰ انجام شد و در انتها احتمال حضور و عدم حضور این گونه به صورت مکانی مشخص گردید.

## نتایج و بحث

در شکل ۱ درصد جوانه‌زنی تجمعی نیلوفر وحشی در دماهای ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی رخ نداد.



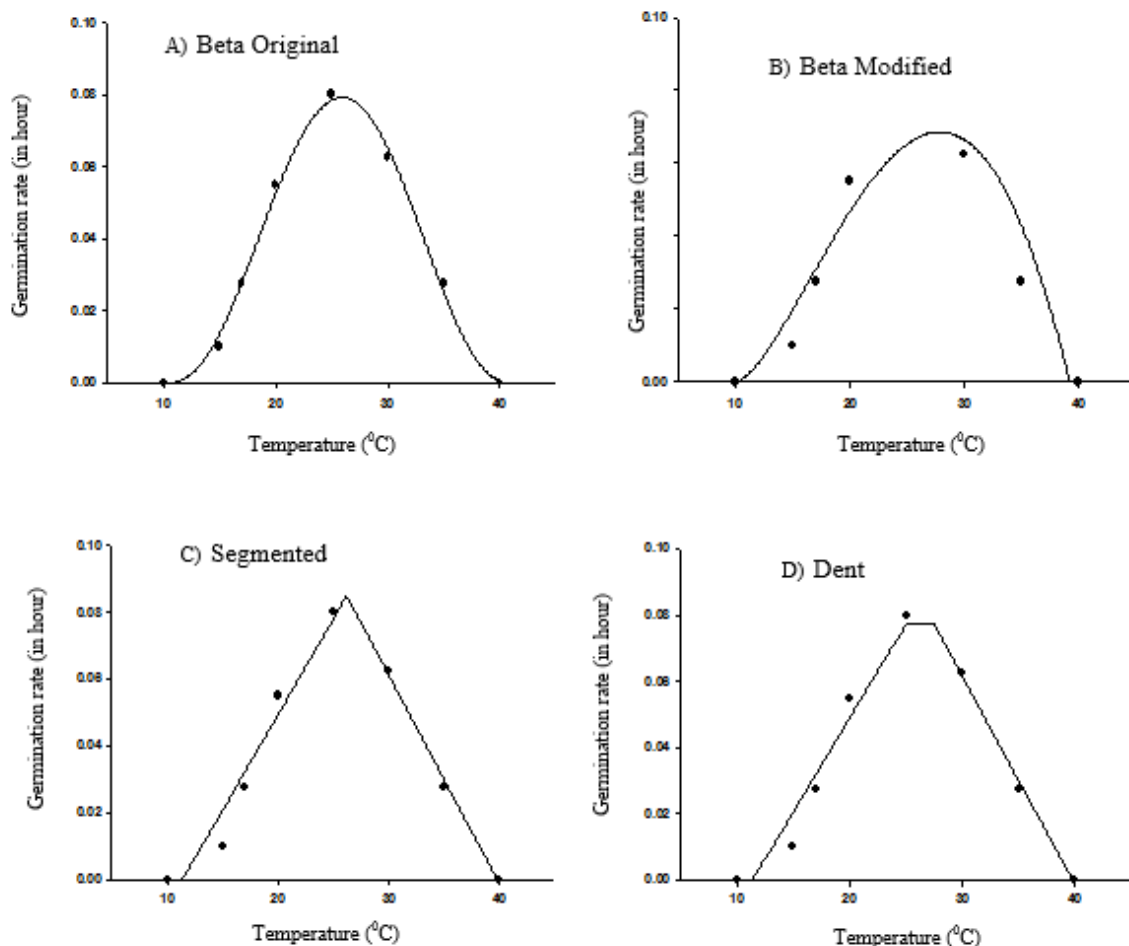
شکل ۱- درصد جوانه‌زنی تجمعی نیلوفر پیچ (*Ipomoea hederacea* Jacq) در دماهای مختلف

Fig 1. Cumulative germination percent of Ivy-leaved morning glory (*Ipomoea hederaceae* Jacq) in different temperatures

ضرایب رگرسیونی (a و b) حاصل برازش مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده در همه توابع براش داده شده، معنی‌دار نبود (جدول ۳). میزان پراکندگی نقاط در اطراف خط یک به یک، در مدل بتای اصلی کم‌تر از دیگر مدل‌ها بود (شکل ۳ الف، ب، ج و د) بر اساس نتایج حاضر مدل بتای اصلی به‌عنوان مدل برتر انتخاب و بر اساس آن مقادیر دماهای کاردینال جوانه‌زنی شامل دمای پایه، مطلوب و سقف جوانه‌زنی به ترتیب، ۱۰، ۲۵/۹۱ و ۴۱/۲۲ درجه سانتی‌گراد و تعداد ساعات بیولوژیک جوانه‌زنی آن نیز ۱۳ ساعت برآورد شد.

نتایج ارائه شده در این جدول حاکی از تفاوت‌های قابل توجه در برآورد پارامترهای مورد نظر با استفاده از مدل‌های مختلف است. این امر اهمیت استفاده از مدل مناسب را پررنگ‌تر می‌کند. از این رو برای دستیابی به این هدف معیارهای ضریب تبیین، مقادیر جذر میانگین مربعات ریشه و ضرایب رگرسیونی (a و b) حاصل برازش مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده در توابع مختلف مورد آزمون قرار گرفت.

ضریب تبیین مدل‌های بتای اصلی، بتای تغییر یافته، دوتکه‌ای و دندان‌مانند به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۸۷، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ و مقادیر میانگین جذر مربعات ریشه آن‌ها به ترتیب ۰/۰۰۱۸، ۰/۰۰۸۶، ۰/۰۰۴۹ و ۰/۰۰۶۰ بود (جدول ۲).



شکل ۲- سرعت جوانه‌زنی نیلوفر پیچ (*Ipomoea hederacea* Jacq) در دماهای مختلف با استفاده از مدل‌های بتای اصلی (A)، بتای تغییر یافته (B)، دوتکه‌ای (C) و مدل دندان‌مانند (D).

Fig 2. Germination rate of germination rate of Ivy-leaved morning glory (*Ipomoea hederaceae* Jacq) using Beta original (A), Beta modified (B), Segmented (C) and Dent-like (D) models.

برای کمی‌سازی واکنش سرعت جوانه‌زنی منداب به دما و تعیین دماهای کاردینال از مدل بتای اصلی استفاده کردند و بر اساس آن دماهای کاردینال جوانه‌زنی (پایه، مطلوب و سقف) این گیاه را به ترتیب ۲/۰، ۲۹/۵۶ و ۴۰/۰ درجه سانتی‌گراد برآورد نمود.

الهی‌فرد و همکاران (Elahifard *et al.*, 2013) برای برآورد دماهای کاردینال جوانه‌زنی علف هرز درنه (*Echinochloa colona* (L.) Link.)، مدل بتای اصلی را انتخاب و دماهای پایه، بهینه و سقف جوانه‌زنی بذر این گیاه را به ترتیب ۷/۳، ۲۸/۳ و ۴۶ درجه سانتی‌گراد تخمین زدند. نژادحسن و همکاران (Nejadhasan *et al.*, 2016)

مکان‌یابی مناطق مستعد به آلودگی نیلوفر پیچ ...

جدول ۱- برآورد دماهای پایه، مطلوب (مطلوب فوقانی و تحتانی در مدل دندان مانند)، سقف و تعداد ساعت بیولوژیک، ضریب تبیین و ( $R^2$ ) با استفاده از مدل‌های بتای اصلی، بتای تغییر یافته، دوتکه ای و دندان مانند.

Table 1. Estimating the Base, Optimum (Upper and Lower Optimum temperature in Dent-like model), Ceiling, Biological hours number and  $R^2$  using Beta original, Beta modified, Segmented and Dent-like models.

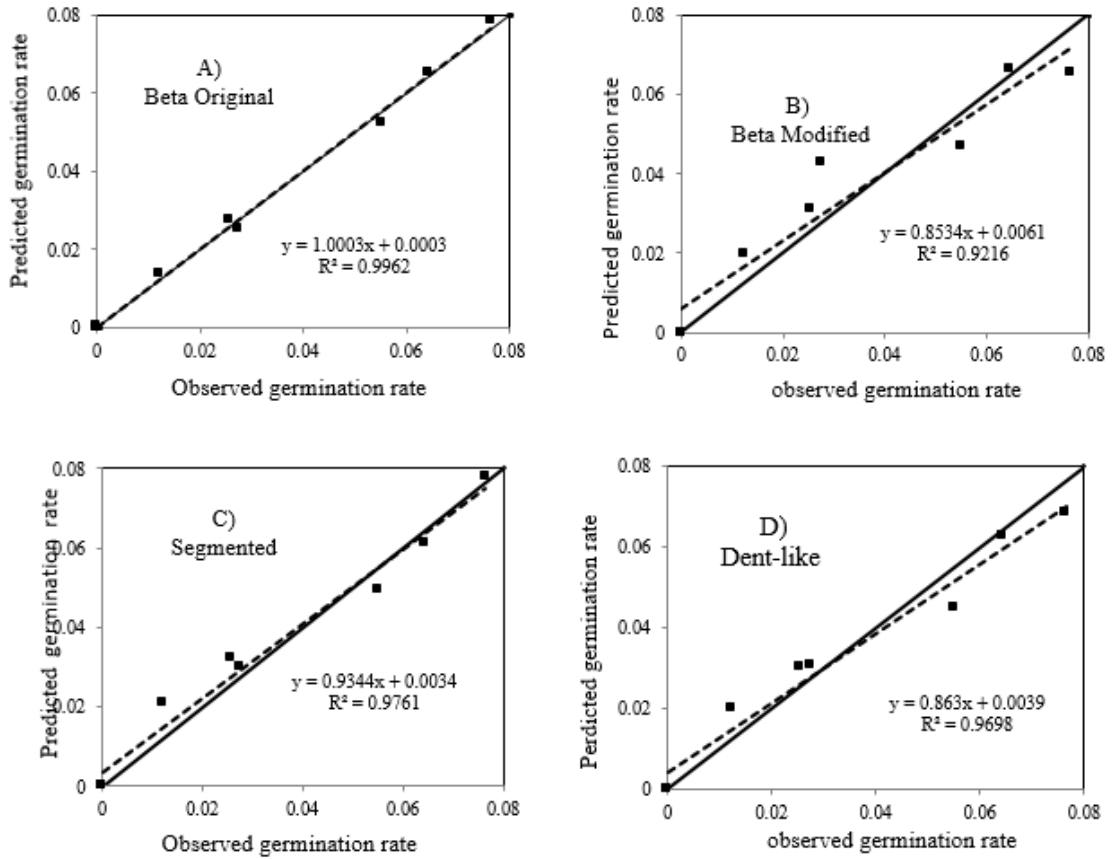
P	a	ضریب تبیین $R^2$	تعداد ساعت بیولوژیک Biological hours number	دمای سقف (درجه سانتی گراد) Ceiling tem. ( $^{\circ}C$ )	دمای مطلوب (درجه سانتی گراد) Optimum tem. ( $^{\circ}C$ )	دمای پایه (درجه سانتی گراد) Base tem. ( $^{\circ}C$ )	مدل Model
0.001	2.7±1.8	0.99	12.6±0.4	41.2±4.1	25.9±0.42	10.0±4.3	Beta original
0.026	-	0.87	14.5±1.8	39.1±0.8	27.8±2.1	9.9±8.8	Beta change
0.002	-	0.96	11.7±0.8	39.8±1.1	26.2±1.0	11.36±0.9	Segmented
P	ضریب تبیین $R^2$	تعداد ساعت بیولوژیک Biological hours number	دمای سقف (درجه سانتی گراد) Ceiling tem. ( $^{\circ}C$ )	دمای مطلوب تحتانی Lower optimum tem. ( $^{\circ}C$ )	دمای مطلوب فوقانی Upper optimum tem. ( $^{\circ}C$ )	دمای پایه (درجه سانتی گراد) Base tem. ( $^{\circ}C$ )	مدل Model
0.018	0.96	12.9±1.5	39.7±1.2	27.5±2.2	24.9±2.7	11.3±1.2	<b>Dent like</b>

جدول ۲- جذر میانگین مربعات خطا (RMSE) برای مدل‌های مختلف و ضرایب رگرسیونی (a و b) مقادیر ساعت تا جوانه‌زنی مشاهده شده و پیش‌بینی شده

Table2. Root Mean Square Error (RMSE) of different models and regrassion coefficient (a, b) of hour number of observed and predicted germination.

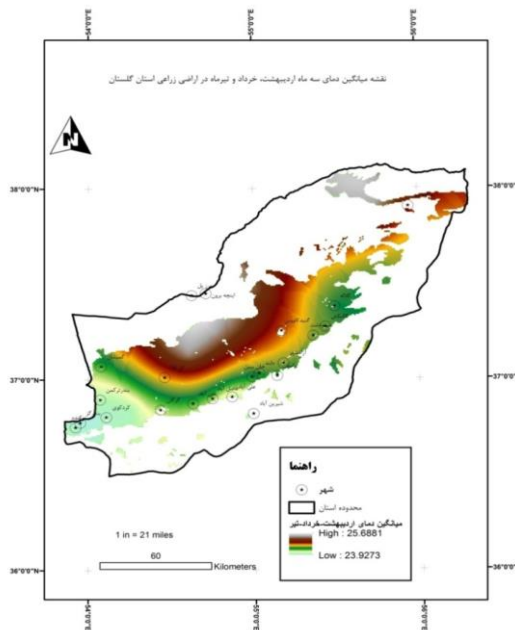
RMSE	b±Se	a±Se	Model
0.0018	1.006±0.058 <sup>ns</sup>	0.00025±0.001 <sup>ns</sup>	Beta original
0.0086	0.857± 0.0252 <sup>ms</sup>	0.0061±0.0043 <sup>ms</sup>	Beta modified
0.0049	0.939 ±0.144 <sup>ms</sup>	0.0034±0.0025 <sup>ms</sup>	Segmented
0.0060	0.867± 0.152 <sup>ms</sup>	0.0039±0.0021 <sup>ms</sup>	Dent-like





شکل ۳- سرعت جوانه‌زنی مشاهده شده در مقابل سرعت جوانه‌زنی پیش‌بینی شده با استفاده از مدل‌های بتای اصلی (A)، بتای تغییر یافته (B)، دو تکه‌ای (C) و مدل دندان مانند (D)

Fig 3. Observed germination rate against predicted germination rate using Beta original (A), Beta modified(B), Segmented(C) and Dent-like(D) models.



شکل ۴- نقشه میانگین دمای سه ماه اردیبهشت، خرداد و تیرماه در اراضی زراعی استان گلستان

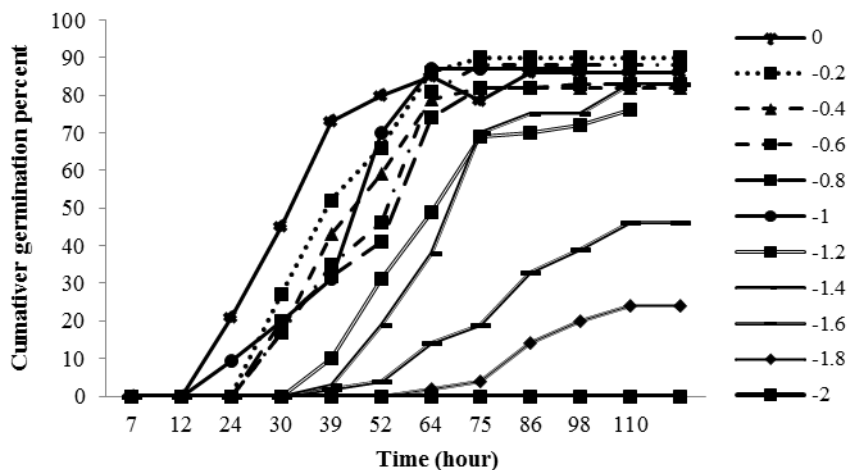
Fig 4. Map of mean temperatures in May, June and July months in Golestan province.

به‌جز بخشی از اراضی محدوده گمیشان، در محدوده مطلوبی برای جوانه‌زنی این علف هرز قرار دارند (شکل ۶). جوانه‌زنی این گیاه در pH های اسیدی (۴، ۵، ۶ و ۷) به‌طور معنی‌داری بیشتر از pH های قلیایی (۸ و ۹) بود (شکل ۷). اما اسیدیته خاک در اراضی زراعی استان گلستان بین ۶/۸ تا ۸/۲ در نوسان است (Siahmarguee et al.,)

در شکل ۴ نقشه دمای مطلوب جوانه‌زنی علف هرز نیلوفر پیچ در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر در اراضی کشاورزی استان گلستان نشان داده شده است. بر اساس این نقشه محدوده دمای مطلوب جوانه‌زنی این گیاه در ماه‌های مورد اشاره از ۲۳/۹۲ تا ۲۵/۶۸ سانتی‌گراد در نوسان بود (بر اساس آزمایش حاضر، دمای مطلوب جوانه‌زنی این گیاه ۲۵ درجه سانتی‌گراد برآورد شد). این شکل نشان می‌دهد که از نظر توزیع جغرافیایی در محدوده مورد مطالعه، هیچ محدودیت دمایی برای جوانه‌زنی و استقرار این گیاه وجود ندارد.

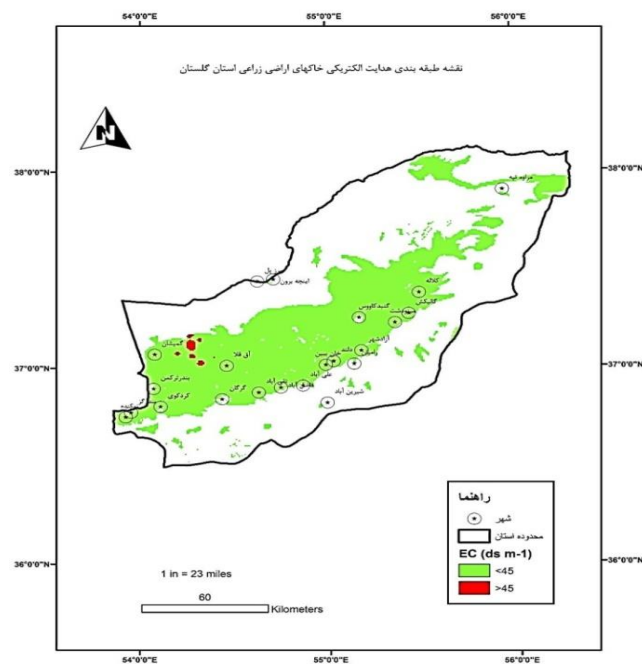
در شکل ۵ درصد جوانه‌زنی تجمعی نیلوفر وحشی در سطوح مختلف شوری (صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱، ۱/۲، ۱/۴، ۱/۶، ۱/۸ و ۲- مگاپاسکال) نشان داده شده است. جوانه‌زنی این گیاه در محدوده وسیعی از غلظت‌های مختلف نمک NaCl اتفاق افتاد. زمان مورد نیاز برای رسیدن به حداکثر درصد جوانه‌زنی در پتانسیل‌های صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱- مگاپاسکال به هم نزدیک و به ترتیب ۶۴، ۷۵، ۷۵، ۷۵، ۷۵ و ۷۵ ساعت بود. با کاهش پتانسیل اسمزی به ۱/۲، ۱/۴، ۱/۶ و ۱/۸- مگاپاسکال زمان مورد نیاز برای رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی افزایش یافت و به ترتیب به ۱۱۰ ساعت رسید. نتایج نشان داد که گیاه نیلوفر پیچ از توانایی زیادی در تحمل شوری خاک برخوردار است. به نحوی که شوری ۴۵ دسی‌زیمنس بر متر (معادل ۱/۶۴- مگاپاسکال) فقط می‌تواند باعث کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی این گیاه گردد و درصد جوانه‌زنی را از ۸۵ درصد به ۴۲/۵ درصد برساند. مقدار عددی EC خاک در سطح اراضی زراعی استان گلستان بین ۰/۱۵ تا ۵۰/۸ دسی‌زیمنس بر متر در نوسان بود (Siahmarguee et al., 2016). بر این اساس نقشه EC نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از اراضی زراعی استان با توجه به آستانه تحمل ۴۵ دسی‌زیمنس بر متری این گیاه،

۱. به داده‌های درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف شوری معادله لجستیک سه پارامتر برازش یافت. بر اساس خروجی مدل حداکثر درصد جوانه‌زنی ۸۵/۲۸ درصد و غلظت نمک مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی، ۱/۶۴- مگاپاسکال به دست آمد.



شکل ۵- درصد جوانه‌زنی تجمعی نیلوفریج (*Ipomoea hederacea* Jacq) در سطوح مختلف شوری (مگاپاسکال)

Fig 5. Cumulative germination percent of Ivy-leaved morning glory (*Ipomoea hederacea* Jacq) in different salt (-MPa) levels.



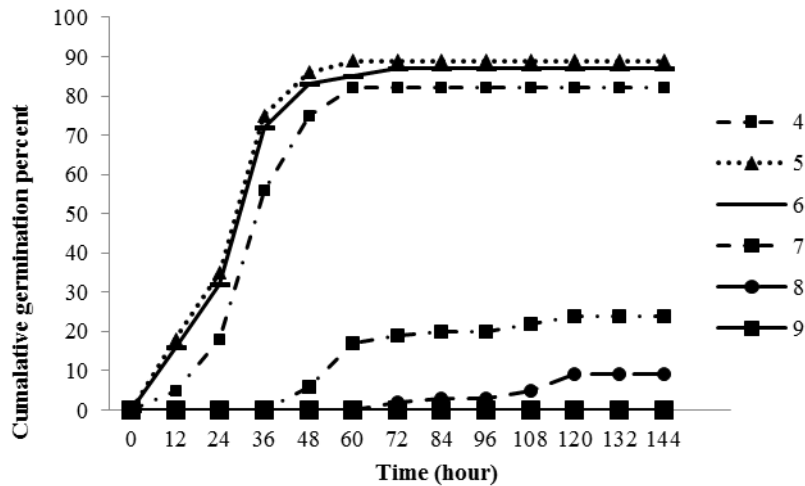
شکل ۶- نقشه طبقه بندی هدایت الکتریکی (EC) خاک‌های اراضی زراعی استان گلستان

Fig 6. Classification Map of EC in the farms of Golestan province

دارند که در نقشه با یک کلاس مشخص شده‌اند. تنها بخشی از اراضی محدوده کلاله و گالیکش از نظر pH در محدوده مطلوبی برای این علف هرز قرار دارند (شکل ۸).

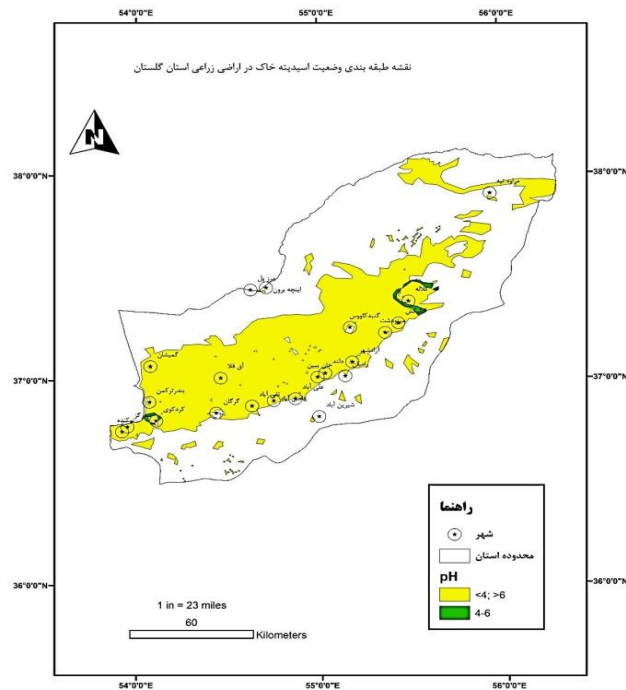
بنابراین این عامل محیطی مهم‌ترین عامل محدودکننده جوانه‌زنی این گیاه در اراضی زراعی استان به شمار می‌رود. نقشه pH حاکی از آن است که بخش قابل توجهی از این اراضی در pH زیر ۴ و بالای ۷ قرار

مکان‌یابی مناطق مستعد به آلودگی نیلوفر پیچ ...



شکل ۷- درصد جوانه‌زنی تجمعی نیلوفر وحشی (*Ipomoea hederacea*) در pH های مختلف

Fig 7. Cumulative germination percent of Ivy-leaved morning glory (*Ipomoea hederacea* Jacq) in different pH levels.



شکل ۸- نقشه طبقه‌بندی pH خاک‌های اراضی زراعی استان گلستان

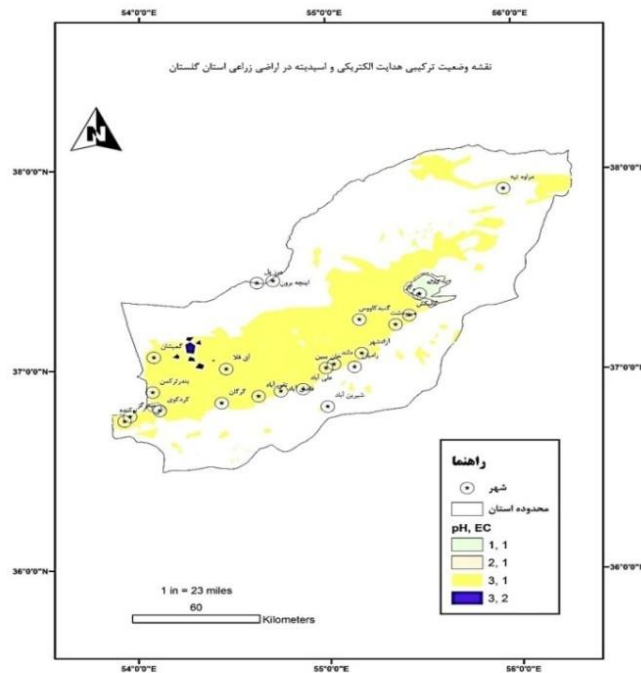
Fig 8. Classification Map of pH in the farms of Golestan province

لذا می‌توان این‌طور تحلیل کرد که از نظر گسترش این علف هرز در اراضی زراعی استان گلستان نگرانی چندانی وجود ندارد (شکل ۱۰). البته این امر به معنی نادیده گرفتن این علف هرز نیست. زیرا با توجه به پتانسیل بالای تولید بذر به‌وسیله این گیاه لازم است تمهیدات لازم جهت جلوگیری

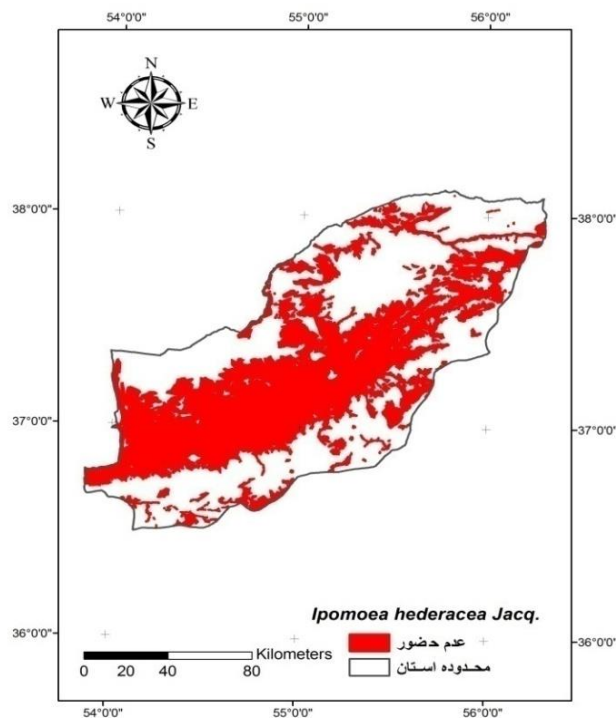
نقشه ترکیبی کلاسه‌های EC و pH نیز مبین وضعیت اراضی کشاورزی از جنبه هر دو عامل EC و pH است (شکل ۹). بر اساس اطلاعات مندرج در این شکل کاملاً مشخص است که بخش قابل توجهی از اراضی در کلاسه شوری مطلوب و pH نامطلوب (به‌ویژه بالای ۷) قرار دارند.

می‌آورند (Pahlavani and Sajedi, 2011). کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2014) معتقدند که با توجه به اینکه روش‌های شیمیایی از جمله متداول‌ترین روش‌ها در کنترل علف‌های هرز و دیگر گونه‌های مهاجم در کشور می‌باشند، لذا گسترش این گونه‌ها علاوه بر تأثیرات مستقیم می‌تواند منجر به افزایش کاربرد سموم شیمیایی در مزارع و باغات شود و پیامدهای منفی این گونه‌ها را دوچندان کند. از این رو به نظر می‌رسد گونه‌های مهاجم از چالش‌های مهم مدیریتی هستند و تشخیص آن‌ها در مراحل اولیه، می‌تواند در کنترل این گیاهان بسیار مؤثر باشد و این تشخیص جز با پایش و دیده‌بانی منظم امکان‌پذیر نیست (Minbashi-Moeini *et al.*, 2010).

از خروج این گیاه از استان گلستان و ورود آن به سایر استان‌های کشور اندیشیده شود. بهترین مثال در نشان دادن اهمیت این موضوع، علف هرز جو دره ( *Hordeum spontaneum* L.) است. بر اساس مشاهدات و اطلاعات موجود این گونه در مناطق محدودی از مزارع گندم استان فارس قابل مشاهده بود. اما در سال‌های اخیر تقریباً تمام مزارع گندم کشور را تحت هجوم قرار داده و همچنان در حال توسعه است (Minbashi-Moeini *et al.*, 2010). گونه‌های مهاجم می‌توانند آشیان‌های بوم‌شناختی خالی در بوم‌نظام‌های کشاورزی و طبیعی را اشغال کنند و علاوه بر پیامدهای زیست محیطی که به منطقه جدید وارد می‌کنند، هزینه‌های اضافی را نیز برای کشاورزان به بار



شکل ۹- نقشه ترکیبی هدایت الکتریکی و اسیدیته در اراضی زراعی استان گلستان  
Fig 9. Combinative map of Ec and pH in the farms of Golestan province



شکل ۱- نقشه پراکنش مهاجم نیلوفر وحشی گونه *Ipomoea hederacea* Jacq در اراضی زراعی استان گلستان

Fig10. Distribution map of Ivy-morning glory (*Ipomoea hederacea* Jacq) in the farms of Golestan Province

وجود ندارد. اما از نظر pH مطلوب مانع بزرگی در افزایش دامنه گسترش این گیاه در استان گلستان وجود دارد. به طوری که تنها بخشی از اراضی محدوده کلالة و گالیکش از نظر pH در محدوده مطلوبی برای تهاجم این علف هرز قرار دارند. این امر اهمیت توجه به مدیریت این گیاه را کم رنگ نمی‌کند. زیرا لازم است تمهیدات لازم جهت جلوگیری از ورود این گیاه به سایر استان‌های کشور که ممکن است مستعد برای انتشار و گسترش این علف هرز باشد، اندیشیده شود.

**تشکر و قدردانی:** نویسندگان مقاله از زحمات جناب آقای دکتر بهنام کامکار به خاطر کمک‌های ارزنده ایشان، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عوامل محیطی تأثیر بسزایی بر جوانه‌زنی و سبز شدن نیلوفر پیچ دارند. با استفاده از مدل بتای اصلی دماهای کاردینال جوانه‌زنی این گیاه شامل دمای پایه، مطلوب و سقف جوانه‌زنی نیلوفر پیچ به ترتیب ۱۰، ۲۶ و ۴۱ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. این نتایج نشان می‌دهد که این گیاه یک گیاه گرمسیری است و قادر است در محدوده وسیعی از دماها (۱۰ تا ۴۰ درجه سانتی-گراد) جوانه‌زنی داشته باشد. با توجه به اهمیت مطالعه و مدیریت علف‌های هرز مهاجم و جدیدالورود، به نظر می‌رسد تهیه نقشه پراکنش این گیاهان به‌عنوان اساسی‌ترین اقدام در جلوگیری از ورود آن‌ها به مناطق جدید و طراحی برنامه‌های مدیریت تلفیقی باشد. بررسی نقشه‌ها نشان داد که از نظر توزیع جغرافیایی در محدوده مورد مطالعه، هیچ محدودیت دمایی و EC برای جوانه‌زنی و استقرار این گیاه

- فهرست منابع
- Reference**
- Chauhan, B.S. and S.B. Abugho. 2012.** Threelobe Morningglory (*Ipomoea triloba*) Germination and response to herbicides. *Weed Science*, 60: 199-204.
- Elahifard, E., S. Mijani, S. Khair-andish, E. Kazeroni-monfared and S. Tokasi. 2013.** Investigation of dormancy and the effect of some environmental factor on seed germination of *Echinochloa colona* (L.) Link. *Journal of Plant Protection*, 27(3): 342-350.
- Ghderi-Far, F., S.M. Alimagham, H. Rezaei Moghadam and M. Haghghi. 2012.** Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of rye (*Secale cereale* L.) as a volunteer plant in wheat fields. *Electronic Journal of Crops Production*, 5(4): 121-133.
- Kiani, A., A. Siahmarguee and E. Soltani. 2015.** Effects of temperature, salinity, planting depth on seed germination and emergence of Tall morningglory (*Ipomoea* spp.) as invasive weed. *Journal of Plant Protection*, 29(3): 437-448.
- Koocheki, A.R., R. Ghorbani, Gh.A. Asadi, F. Melati and N. Falah-Pour, 2014.** Invasive plant species in natural and agricultural ecosystems of Khorasan provinces and global climate change. *Agroecology Journal*, 4(2): 81-93.
- Marcos, J. and K. Oliveira. 2006.** Pitted morning-glory (*Ipomoea lacunose*) germination and emergence as affected by environmental factors and seeding depth. *Weed Science*, 54:910-916.
- Mehrafarin, A., F. Mighani, M.R. Labafi. 2009.** Investigating the effect of Environmental factor on seed germination of *Euphorbia bungei* Boiss. The 3<sup>rd</sup> Iranian Weed Science Congress, February 2010. 202-205.
- Minbashi Moeini, M., H. Rahimian, E. Zand and M.A. Baghestani. 2010.** Invasion weeds, a forgotten challenge. The 3<sup>rd</sup> Iranian Weed Science Congress, February. 36-44.
- Minbashi-Moeini, M., Y. Ebtali, H. Esfandiari, H. Edim, A. Barjesteh, R. PourAzar, A. Jahedi, N. Jafarzadeh, M. Jamali, M. Hosseini, M. Sarani, S. Sarihi, N. Sabahi, A. Ardakani, R. Tabatabae, M. Ghasemi, M. Lak, K. Mousavi, A. Makenali, F. Saeedi, M. Mirvakili, H. Nazer-Kakhaki, V. Narimani, Sh. Nourozzadeh, M. Veisi and M. Younes-Abadi. 2012.** Producing of weed map for irrigated wheat fields of Iran using Geographic Information System (GIS). *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 95: 22-31.
- Nejadhasan, B. 2014.** Effect of some environmental factors on seed germination and emergence of Arugula (*Eruca sativa* L.). M.Sc. Thesis of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 106p.
- Nejadhasan, B., E. Zainali, A. Siahmarguee, F. Ghaderifar and E. Sotani. 2017.** Studying the response of seed germination of neglected plant Arugula (*Eruca sativa* L.) to some environmental factors. *Electronic Journal of Crops Production*, 10(1): 25-43.
- Pahlavani, A.H. and S. Sajedi. 2011.** Alerting occurrence of several noxious weeds and invasive plants in arable lands in Iran. *Rostaniha*, 12(2): 129-134.
- Savari-Nejad, A.R., L. Habibian and M. Yunes-Abadi. 2010.** The introduction of new invasive weeds of wild melon, morning glory and two spurge species in soybean fields in Golestan province. The First National Conference on Advances in the production of plant oils, 26-27 May 2010. Bojnourd, Iran.
- Siahmarguee, A., H. Kazemi and B. Kamkar. 2016.** The feasibility of some invasive weeds presence in Golestan Province. Research Report of Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources. 35p.
- Sohrabi, S., M. Ghanbari, M.H. Rashedmohasel, M. Nasiri mahalati and J. Gherekhloo. 2013.** Effect of salinity and Temperature on germination characters, seedling growth, water and sodium content of *Cucumis melo* L. *Journal of Plant Protection*, 27(4): 452-458.

- Soltani, A., S. Galeshi, E. Zeinali and N. Latifi. 2002.** Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, 30:51-60.
- Soltani, A., F. Ghaderifar and A. Soltani. 2008.** Model in application of germination in response to temperature and water potential on seed science researches. The first Conference on Science and Seed Technology.
- Soltani, A. and V. Madah. 2009.** Simple Applied Programs for Education and Research in Agriculture. Niac Press. 80 p.
- Susko, D.J. and Y. Hussein. 2008.** Factors Affecting Germination and Emergence of Dame's Rocket (*Hesperis matronalis*). *Weed Science*, 56(3): 389-393.
- Susko, D.J., J.P. Mueller and J.F. Spears. 1999.** Influence of environmental factors on germination and emergence of *Pueraria lobata*. *Weed Science*, 47: 585-588.
- Sarker Ashoka, M., H. Imam and M. Abul Kashem. 2014.** Salinity (NaCl) tolerance of four vegetable crops during germination and seedling growth. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*, 3(1): 91-9.



## Locating areas prone to infection with Ivy-leaved morning glory (*Ipomoea hederaceae* Jacq) in germination stage: a new entrant's weed in arable lands of Golestan Province

M. Gorgani<sup>1</sup>, A. Siahmarguee<sup>2</sup>, F. Ghaderifar<sup>3</sup>, J. Gharkhlo<sup>3</sup>

### Abstract

Access to weed distribution maps can be very useful in planning their management. Locating areas prone to infection with new entrant weeds is needy to knowledge of ecological characteristics of these plants such as cardinal temperatures, EC and pH. In order to investigate the effects of temperature on germination and determine the main germination temperatures (base temperature, optimum and ceiling for germination) of ivy-leaved morning glory, seeds incubated at 10, 15, 17, 20, 25, 30, 35 and 40 °C. To determine the cardinal temperatures, Original beta, Modified beta, segmented and dent like models were used. The results indicated that the original beta model was superior than the other models and base, optimum and ceiling temperatures for seed germination were 10, 25.91 and 41.22 °C respectively. The results showed that ivy-leaved morning glory has high tolerance ability to soil salinity. So, germination percent of this plant can be reduced by 50% in salinity of 45dS.m<sup>-1</sup>. In addition, germination present of these plants in acidic pH was higher than the alkaline pH. Distribution maps indicated that there were no limitations regarding temperatures and EC for germination and establishment of this weed through the Golestan Province. But regarding pH, there is a major in increasing distribution extent in the province. So that only a small section of Kalaleh and Galikesh lands are suitable in this regard.

**Key words:** A biotic stresses, alter temperature, cardinal temperatures, invasive weed and regression models

Received date: 11 Aug 2016

Accepted date: 23 Dec 2016

1, 2, 3- Graduated MSc student of Agronomy, Assistant Prof. and Associated Prof. of Agronomy Department. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

\*-Corresponding Author Email: siahmarguee@gau.ac.ir