

مطالعه فنولوژی گونه‌های *Stipa hohenackeriana* و *Poa sinaica Astragalus chaborasicus* از طریق محاسبه درجه روز رشد (GDD) در منطقه خشکه‌رود ساوه

صدیقه زارع کیا^{۱*}، علی احسانی^۲، نیلوفر زارع^۳ و تقی میرحاجی^۴

۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، پست الکترونیک: szarekia@yahoo.com

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- کارشناس پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۴- کارشناس ارشد پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۹/۲۱

تاریخ دریافت: ۸۸/۰۴/۰۶

چکیده

بررسی و مطالعه فنولوژی گیاهان مرتعی برای تنظیم برنامه‌های بهره‌برداری از گیاهان، تعیین زمان ورود و خروج دام، جمع‌آوری بذر، جلوگیری از برداشتهای بی‌موقع و شناخت ارزش غذایی گونه‌های گیاهی در مراحل مختلف فنولوژی حائز اهمیت می‌باشد. در این بررسی فنولوژی سه گونه مهم مرتعی *Poa sinaica Astragalus chaborasicus* و *Stipa hohenackeriana* به مدت دو سال (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) در منطقه خشکه‌رود ساوه با استفاده از روش درجه روز رشد (GDD) مورد مطالعه قرار گرفت. ثبت مراحل فنولوژی این گونه‌ها هر هفته یکبار انجام گردید. آمار دما و بارندگی نیز از نزدیکترین ایستگاه هواشناسی (سینوپتیک ساوه) جمع‌آوری شد که با استفاده از آن مجموع درجه روزهای رشد مراحل فنولوژیکی محاسبه شد. نتایج بررسی نشان داد که زمان آغاز و پایان مراحل فنولوژی در دو سال مختلف با هم متفاوت است ولی حرارت‌های تجمعی در دو سال مختلف برای مراحل فنولوژی با کمی اختلاف تقریباً یکسان بود. به عبارت دیگر مراحل مختلف فنولوژی نیاز دمایی تقریباً ثابتی دارند که پس از کسب دمای لازم، ظهور مراحل مشاهده می‌شود و در نتیجه مجموع درجه روزهای رشد (GDD) برای پیش‌بینی مراحل فنولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: فنولوژی، *Stipa hohenackeriana*، *Poa sinaica*، *Astragalus chaborasicus*، درجه روز رشد و خشکه‌رود ساوه.

مقدمه

رویشی و زایشی با توجه به تغییرات اقلیمی و به‌ویژه تأثیر دمای هوا و رطوبت خاک در سال یا سالهای عمر هر گیاه در دوره‌های مختلف فنولوژی متفاوت می‌باشد. با توجه به اینکه مراتع کشور ما عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و رژیم دمایی خاصی در کشور حاکم است، می‌توان گفت در صورت آگاهی

فنولوژی یکی از موضوعات علم اکولوژی می‌باشد که در آن مراحل مختلف فنولوژی گیاهان از قبیل تاریخ جوانه‌زنی، شروع رشد رویشی، تاریخ گلدهی، تاریخ بذردهی، بلوغ بذر، خاتمه رویش و دوره خواب زمستانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. تاریخ شروع و پایان هر دوره

بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که در ظهور مراحل فنولوژی گیاه درجه حرارت عامل بسیار مؤثری می باشد.

اکثریت محققان (Keith, 2001)، (Bertiller et al., 1991)، (Thompson, 1990) در بررسیهای خود اظهار داشته اند از بین عوامل اقلیمی، به ویژه درجه حرارت قویترین اثر را روی نمو گیاه از جمله بر روی طول دوره رویش و مراحل فنولوژیکی گیاهان دارد. در حقیقت دما به عنوان یک عامل اکولوژیکی به صورت مستقیم و غیرمستقیم اثر خود را بر روی گیاهان نشان می دهد. دما بصورت مستقیم بر کلیه اعمال حیاتی گیاهان و بر شدت متابولیسم اثر گذاشته و بصورت غیرمستقیم با تأثیری که بر روی عوامل حیاتی دیگر از جمله مقدار آب در دسترس گیاه دارد به عنوان یکی از عوامل مهم محدودکننده در استقرار گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. (Weikai & Hunt, 1999) دما را مهمترین فاکتور تعیین کننده میزان رشد و نمو و تولید گیاهان اعلام کرده و بیان نمودند که تمام فرایندهای بیولوژیکی وابسته به درجه حرارت می باشد.

سندگل (۱۳۸۲)، اثرهای دو سیستم چرای مداوم و تناوبی با شدتهای چرای سنگین، متوسط، سبک و بدون چرا را بر فنولوژی *Bromus tomentellus* طی یک دوره رویشی مطالعه نموده و به این نتیجه رسید که گونه های مورد بررسی در سیستم چرای مداوم روندی مشابه سیستم چرای تناوبی داشت. به علاوه اینکه مقدار درجه حرارت روزهای رشد (GDD) مراحل فنولوژیکی در سیستم چرای مداوم نیز مانند سیستم چرای تناوبی بود.

درجه حرارت روز رشد (GDD) به طور معمول در مدیریت کشاورزی و منابع طبیعی برای پیش بینی رشد گیاهان استفاده می شود. رشد و نمو گیاهان به دما بستگی

صحیح از مراحل فنولوژیکی گیاه می توان برنامه های مناسب جهت تنظیم برنامه های بهره برداری و استفاده صحیح از مراتع همانند تعیین زمان ورود و خروج دام، تنظیم برنامه های چرای و مدت زمان بهره برداری مراتع ارائه نمود و به احیا و تجدید حیات در مراتع مخروبه و فقیر کمک کرد. بنابراین ورود بموقع دام به مرتع و خروج به هنگام آن از مرتع موجب بهره برداری و بهبود وضعیت مرتع می شود.

در این زمینه مطالعات متنوعی در کشورهای مختلف و ایران انجام شده:

بنوان و همکاران (۱۳۵۲)، بر روی ۱۱ گونه مرتعی بومی و غیر بومی در ایستگاه تحقیقات مراتع همد آسرد به مدت سه سال تحقیقی را انجام دادند و مشخص نمودند که رشد گیاهان تابع درجه حرارت می باشد و گیاه در ماههای گرم بیشترین رشد رویشی را دارد. Frank & Ries (1990) نیز نتیجه گرفتند که درجه حرارت هوا تأثیر بسزایی در فنولوژی گونه های *Agropyron desertorum* و *Agropyron smithii* بخصوص از شروع رشد تا مرحله گلدهی دارد. هویزه (۱۳۷۲)، در مطالعه فنولوژی گونه *Cymbopogon olivieri* معین نمود که درجه حرارت هوا و خاک در مراحل فنولوژیکی گیاه مؤثر می باشد. قصریانی (۱۳۷۷)، در بررسی فنولوژی هشت گونه مرتعی ایستگاه خرکه کردستان، میرحاجی (۱۳۷۸ و ۱۳۸۵) در بررسی فنولوژی پنج گونه درمنه سمنان و پنج گونه مهم مرتعی در استان تهران پس از بررسی به این نتیجه رسیدند که مهمترین عامل در ظهور مراحل فنولوژی تغییرات درجه حرارت هوا و بارندگی می باشد. اکبرزاده و میرحاجی (۱۳۸۱)، فنولوژی چند گونه مرتعی را در پلور

تاریخ ظهور و طول دوره زمانی را بطور دقیق پیش‌بینی کرد و زمان آمادگی مرتع برای چرای دام را دانست.

مواد و روشها

خصوصیات اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه یکی از سایتهای آماربرداری طرح ملی تعیین علوفه قابل برداشت مراتع کشور در خشک‌رود می‌باشد که در استان مرکزی در شهرستان ساوه در منطقه استپی و در ۵۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان ساوه واقع شده است. طول و عرض جغرافیایی محل به ترتیب ۵۰ درجه و ۴۰ دقیقه، ۳۵ درجه و ۲۶/۷ دقیقه و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۴۰۰ متر می‌باشد. این منطقه استپی بوده و متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۱۰ میلی‌متر است. اقلیم منطقه براساس تقسیم‌بندی دومارتن خشک بیابانی سرد می‌باشد. براساس نظام بهره‌برداری منطقه که به صورت عشایری می‌باشد دامها در اواخر اردیبهشت‌ماه از مرتع خارج شده و به مناطق بیلاقی (مراتع لار) کوچ و در اواخر آبان‌ماه مجدداً به منطقه وارد می‌شوند. فصل خشک تقریباً از اواسط فروردین‌ماه در منطقه شروع شده تا اواخر آبان‌ماه ادامه دارد. تیپ گیاهی غالب منطقه *Artemisia sieberi*- *Stipa hohenackeriana* می‌باشد. از نظر ویژگیهای خاک‌شناسی این منطقه دارای خاک کم‌عمق غیریکنواخت و سنگریزه‌دار با بافت سبک تا نسبتاً سنگین می‌باشد که بر روی تیپ اراضی تپه‌ای با واحد اراضی ۲،۱ واقع شده است.

روش تحقیق

در این بررسی ابتدا لیستی از گیاهان مهم مرتعی در سایت خشک‌رود تهیه و بعد از هرگونه ۱۰ پایه انتخاب

دارد. به نحوی که گیاهان به مقدار مخصوصی از گرما برای رشد از یک مرحله به مرحله دیگر (همچون از نهال به مرحله ۴ برگی) نیاز دارند (Miller et al., 2001).

Keith (2001) بیان می‌دارد دو عامل درجه روز رشد (GDD) و بارندگی تجمعی (AP) فاکتورهای مهمی هستند که بهترین رابطه را با فنولوژی نشان می‌دهند. تحقیقات Frank & Hofmann (1989) نشان داد که GDD تجمعی در دو سال مورد مطالعه با هم متفاوت بوده که این اختلاف را نتیجه بالابودن دمای متوسط می‌دانند. محققان در داکوتای شمالی نیز ارتباط رشد و نمو مرحله برگی را با درجه روز رشد (GDD) در چندین گونه گراس بومی یافته‌اند. به‌عنوان مثال، میزان GDD مورد نیاز برای آمادگی مرتع برای گونه *Festuca (Fescue)* (Altai) را ۱۱۹۰ محاسبه نموده است. چنین یافته‌هایی به مدیران مرتع اجازه می‌دهد با جمع‌آوری درجه حرارت روزانه از ایستگاههای هواشناسی محلی آمادگی مرتع را برای چرا در یک سال بدست آورند (Fraser, 2006). نتایج تحقیقات انجام شده توسط این محققان نشان داده است، که تعیین تاریخ دقیق ظهور مراحل فنولوژی در گیاه به بررسی دقیق نیاز دارد و گونه‌های مورد مطالعه زمانی شروع به رویش می‌نمایند که حداقل درجه حرارت هوا به بالای صفر رسیده باشد. بنابراین رشد مجدد پائیزه معمولاً پس از بارندگی و فراهم شدن رطوبت خاک همراه با پائین آمدن درجه حرارت هوا اتفاق می‌افتد و تابع شرایط اقلیمی به خصوص درجه حرارت می‌باشد. در نتیجه در سالهای مختلف با توجه به نوسانهای درجه حرارت هوا، تعداد روز مورد نیاز برای هر مرحله متفاوت می‌باشد، اما انرژی گرمایی مورد نیاز حدوداً ثابت می‌باشد. بدین ترتیب، با استفاده از درجه روزهای رشد (GDD) می‌توان

در این مطالعه ۴ گیاه در منطقه خشک‌رود بررسی شد. مشخصات گیاهان مورد بررسی به شرح زیر می‌باشد:

۱- گیاه *Poa sinaica* از خانواده گرامینه

۲- گیاه *Astragalus chaborasicus* از خانواده

بقولات

۳- گیاه *Salsola laricina* چندساله، از خانواده

Chenopodiaceae

۴- گیاه *Stipa hohenackeriana* چندساله و از

خانواده گندمیان

گردید. در فصل رویش هر هفته یکبار و در فصل غیر فعال هر ۱۵ روز یکبار از پایه‌ها بازدید گردید و مراحل فنولوژی یادداشت شد. این مراحل شامل شروع رشد و رشد علفی، ظهور سنبله یا خوشه، گلدهی، شیری شدن یا رسیدن بذر، ریزش بذر، ظهور پژمردگی و خواب موقت تابستانه، رشد مجدد پائیزه و خواب دائم زمستانه بود.

با توجه به اینکه رویش گیاهان این منطقه از اواخر زمستان آغاز می‌شود مطالعه فنولوژی نیز در این زمان آغاز گردید. این مطالعه در دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ انجام شده است.



شکل ۲- گونه *Astragalus chaborasicus*

شکل ۱- گونه *Poa sinaica*



شکل ۳- گونه *Stipa hohenackeriana*

برای محاسبه میزان انرژی گرمایی از معادله زیر استفاده شد:

که در آن GDD درجه روز رشد، T max و T min به ترتیب حداکثر و حداقل درجه حرارت و T base دمای پایه برای رشد گیاهان (درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.

$$GDD = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base}$$

گیاهان توانستند با داشتن ریشه‌های مختلف (سطحی و عمقی) از رطوبت اعماق مختلف خاک حداکثر استفاده را نمایند و این مرحله دارای طولانی‌ترین مرحله فنولوژی می‌باشد، در صورتیکه این گیاهان مراحل زایشی (گلدهی و بذردهی) را حداکثر تا دهه سوم اردیبهشت خاتمه داده و تا اواخر دهه دوم و اوایل دهه سوم خرداد به خواب موقت تابستانه رفتند.

از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک ساوه برای تعیین مجموع درجه حرارت یا میزان انرژی گرمایی لازم برای مراحل مختلف فنولوژی استفاده شد. با توجه به تحقیقات فرانک و همکاران (۱۹۹۳) دمای پایه برای گیاهان فصل سرد صفر درجه سانتی‌گراد و برای گیاهان فصل گرم ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود که برای گونه‌های مورد مطالعه که گیاهان فصل سرد می‌باشند دمای پایه صفر درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است.

نتایج

نتایج نشان داد که زمان شروع و خاتمه رویش در دو سال متفاوت با هم اختلاف دارند و در سال ۱۳۸۷ که سال نسبتاً خشکی بوده است زمان شروع رویش در گونه‌های مورد مطالعه زودتر آغاز شده و زمان خاتمه رویش نیز زودتر به پایان رسیده است. با توجه به جدول ۲ همه گونه‌ها به استثنا گونه *Stipa hohenackeriana* از دهه دوم اسفند شروع به رشد نموده و تا دهه سوم خرداد به رشد خود ادامه می‌دهد. به دلیل وجود رطوبت بالای خاک

1- Growing Degree Days

جدول ۱- مقادیر دما و بارندگی در سالهای مورد مطالعه طرح (ایستگاه سینوپتیک ساوه ارتفاع از سطح دریا ۱۱۰۸ متر)

سال	فاکتور	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین
میانگین	دمای متوسط (°C)	۱۸/۶	۲۳/۹	۳۰/۹	۳۲/۶	۳۲/۱	۲۷/۵	۲۱/۳	۱۱/۹	۵/۷	۴/۴	۸	۱۴/۳	۱۹/۳
۱۵ ساله	بارندگی (mm)	۳۰/۱	۱۴/۹	۰/۸	۱/۶	۰/۲	۰/۵	۴/۲	۲۶/۵	۳۷/۶	۴۸/۷	۱۸/۵	۲۶/۲	۲۱۰/۴۶
۱۳۸۶	دمای متوسط (°C)	۱۴	۲۲	۲۹	۳۱	۳۱	۲۸	۲۰	۱۵	۷	۲/۳	۰/۵	۱۱	۱۷/۶۱
	حداقل دمای مطلق (°C)	۲	۱۲	۱۸	۱۳	۲۱	۱۴	۱۷	۴	-۴	-۱۴	-۱۴	-۳	
	حداکثر دمای مطلق (°C)	۲۶	۳۴	۴۰	۴۱	۳۹	۳۹	۳۲	۴۱	۲۰	۱۰	۱۴	۲۶	
	بارندگی (mm)	۴۰/۵	۳۶/۶	۱/۳	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۴/۷	۴۱/۷	۱۵	۲۳/۲	۱۶۴/۲
۱۳۸۷	دمای متوسط (°C)	۱۹	۲۳	۲۸	۳۱	۳۱	۲۸	۲۳	۱۲	۷/۸	۵	۸/۱	۱۱/۸	۱۸/۹۷
	حداقل دمای مطلق (°C)	۱	۱۲	۱۸	۲۲	۲۲	۱۳	۱۲	۲	-۵	-۵	-۱	۱	
	حداکثر دمای مطلق (°C)	۳۱	۳۵	۳۶	۴۳	۴۱	۳۹	۳۵	۲۶	۲۰	۱۶	۱۹	۲۶	
	بارندگی (mm)	۶/۴	۲/۴	۵/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۴۵	۳۹/۵	۶	۲۱	۱۲۷/۲

جدول ۲- اسامی گیاهان و مراحل فنولوژی آنها در سایت خشکه‌رود در سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷

نام گونه		مرحله رویشی		مرحله گلدهی		مرحله بذردهی		مرحله خشک شدن	
		۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۷
<i>Astragalus chaborasicus</i>	ابتدای	دهه دوم	دهه دوم	دهه سوم	دهه سوم	دهه اول	دهه اول	دهه دوم	دهه اول
	مرحله	اسفند	اسفند	فروردین	فروردین	اردیبهشت	اردیبهشت	خرداد	خرداد
	انتهای	دهه سوم	دهه سوم	دهه اول	دهه اول	دهه اول	دهه اول	دهه سوم	دهه دوم
	مرحله	فروردین	فروردین	اردیبهشت	اردیبهشت	خرداد	خرداد	خرداد	خرداد
<i>Poa sinaica</i>	ابتدای	دهه دوم	دهه دوم	دهه اول	دهه سوم	دهه دوم	دهه اول	دهه سوم	دهه دوم
	مرحله	اسفند	اسفند	اردیبهشت	فروردین	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت
	انتهای	دهه سوم	دهه دوم	دهه دوم	دهه اول	دهه سوم	دهه دوم	دهه اول	دهه سوم
	مرحله	فروردین	فروردین	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	خرداد	اردیبهشت
<i>Stipa hohenackeriana</i>	ابتدای	دهه دوم	دهه دوم	دهه اول	دهه اول	دهه سوم	دهه سوم	دهه سوم	دهه سوم
	مرحله	اسفند	اسفند	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	خرداد	خرداد
	انتهای	دهه اول	دهه اول	دهه سوم	دهه سوم	دهه سوم	دهه سوم	دهه اول	دهه اول تیر
	مرحله	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	اردیبهشت	خرداد	خرداد	تیر	

میزان GDD (مجموع درجه روزهای رشد) در همه گیاهان در هر مرحله از مراحل فنولوژی با کمی اختلاف تقریباً یکسان بوده است که نتایج آن به تفکیک گونه به شرح جدولهای ۳-۵ می باشد. با توجه به جدول ۳، مجموع مراحل رویشی و زایشی در گیاه *Stipa hohenackeriana* بین ۹۶ تا ۱۰۸ روز متغیر بوده و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز بین ۲۱۵۶ تا ۲۳۶۷ درجه سانتی‌گراد متغیر می باشد. این مقدار تا قبل از مرحله گلدهی ۹۵۰ تا ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و از ابتدای رویش تا بعد از رسیدن بذر ۱۵۳۶ تا ۱۶۱۳ تغییر می کند. مرحله رویشی آن با ۵۵ روز طولانی‌ترین دوره فنولوژی گیاه بوده و مرحله گلدهی تقریباً ۱۰ روز و مرحله تشکیل بذر و رسیدن آن نیز ۲ هفته به طول انجامیده است.

میزان GDD (مجموع درجه روزهای رشد) در همه گیاهان در هر مرحله از مراحل فنولوژی با کمی اختلاف تقریباً یکسان بوده است که نتایج آن به تفکیک گونه به شرح جدولهای ۳-۵ می باشد. با توجه به جدول ۳، مجموع مراحل رویشی و زایشی در گیاه *Stipa hohenackeriana* بین ۹۶ تا ۱۰۸ روز متغیر بوده و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز بین ۲۱۵۶ تا ۲۳۶۷ درجه سانتی‌گراد متغیر می باشد. این مقدار تا قبل از مرحله گلدهی ۹۵۰ تا ۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد و از ابتدای رویش تا بعد از رسیدن بذر ۱۵۳۶ تا ۱۶۱۳ تغییر می کند. مرحله رویشی آن با ۵۵ روز طولانی‌ترین دوره فنولوژی گیاه بوده و مرحله گلدهی تقریباً ۱۰ روز و مرحله تشکیل بذر و رسیدن آن نیز ۲ هفته به طول انجامیده است.

جدول ۳- مجموع انرژی گرمایی (GDD) گونه *Stipa hohenackeriana* در خشکه‌رود ساوه (۸۷-۱۳۸۶)

مرحله فنولوژی	سال	۱۳۸۷		۱۳۸۶	
		مدت (روز)	GDD(°C)	مدت (روز)	GDD(°C)
مرحله رویشی		۴۳	۸۰۱	۵۵	۷۲۵
ظهور سنبله		۱۰	۲۴۹	۱۱	۲۲۵
گلدهی		۹	۱۹۳	۸	۱۹۹
رسیدن بذر		۱۵	۳۷۰	۱۶	۳۸۷
ریزش بذر		۱۹	۵۴۳	۱۸	۵۳۱
درجه حرارت تجمعی		۹۶	۲۱۵۶	۱۰۸	۲۰۶۷

از ابتدای رویش تا بعد از رسیدن بذر ۱۰۲۳ تا ۱۱۰۹ تغییر می‌کند. مرحله رویشی طولانی‌ترین دوره فنولوژی است. مرحله گلدهی تقریباً ۱۰ روز و مرحله تشکیل بذر و رسیدن آن نیز ۸ تا ۹ روز متغیر بود.

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۴، مجموع مراحل رویشی و زایشی گونه *Poa sinaica* بین ۶۷ تا ۷۸ روز متغیر بوده و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز بین ۱۲۶۷ تا ۱۳۴۹ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. این مقدار تا قبل از مرحله گلدهی ۶۲۹ تا ۷۲۱ درجه سانتی‌گراد و

جدول ۴- مجموع انرژی گرمایی (GDD) گونه *Poa sinaica* در خشک‌رود ساوه (۸۷-۱۳۸۶)

مراحل فنولوژی	سال		۱۳۸۷		۱۳۸۶	
	مدت (روز)	GDD(°C)	مدت (روز)	GDD(°C)	مدت (روز)	GDD(°C)
مرحله رویشی	۴۰	۴۷۰	۳۰	۵۵۵	۴۰	۴۷۰
ظهور سنبله	۹	۱۵۹	۹	۱۶۶	۹	۱۵۹
گلدهی	۱۰	۲۰۶	۹	۲۰۲	۱۰	۲۰۶
رسیدن بذر	۸	۱۸۸	۹	۱۸۶	۸	۱۸۸
ریزش بذر	۱۱	۲۴۴	۱۱	۲۴۰	۱۱	۲۴۴
درجه حرارت تجمعی	۷۸	۱۲۶۷	۶۸	۱۳۴۹	۷۸	۱۲۶۷

درجه سانتی‌گراد و از ابتدای رویش تا بعد از رسیدن بذر ۱۵۴۸ تا ۱۵۵۹ تغییر می‌کند. مرحله رویشی گونه فوق با ۴۵ روز طولانی‌ترین دوره فنولوژی می‌باشد. مرحله گلدهی ۲۴ روز به طول انجامیده و مرحله تشکیل بذر و رسیدن آن نیز تقریباً ۱۸ روز به طول انجامیده است.

با توجه به نتایج مندرج در جدول ۵، مجموع مراحل رویشی و زایشی در گونه *Astragalus chaborasicus* بین ۸۳ تا ۹۶ روز متغیر بوده و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز بین ۱۷۸۰ تا ۱۷۹۳ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. این مقدار تا قبل از مرحله گلدهی ۵۶۶ تا ۶۲۲

جدول ۵- مجموع انرژی گرمایی (GDD) گونه *Astragalus chaborasicus* در خشک‌رود ساوه (۸۷-۱۳۸۶)

مراحل فنولوژی	سال		۱۳۸۷		۱۳۸۶	
	مدت (روز)	GDD(°C)	مدت (روز)	GDD(°C)	مدت (روز)	GDD(°C)
مرحله رویشی	۴۵	۵۶۶	۳۴	۶۲۲	۴۵	۵۶۶
گلدهی	۲۴	۵۴۵	۲۳	۵۱۶	۲۴	۵۴۵
رسیدن بذر	۱۸	۴۳۷	۱۸	۴۲۱	۱۸	۴۳۷
ریزش بذر	۹	۲۴۵	۸	۲۲۱	۹	۲۴۵
درجه حرارت تجمعی	۹۶	۱۷۹۳	۸۳	۱۷۸۰	۹۶	۱۷۹۳

بحث

دو عامل اقلیم و خاک در فعالیتهای مختلف زیستی گیاهان تأثیر بسزایی دارند. عواملی چون دمای خاک، دمای هوا، بارندگی و غیره بطور مستقیم در بروز و پیدایش مراحل مختلف فنولوژیکی گیاهان نقش اساسی دارند. یکی از اهداف مطالعه فنولوژی گیاهان تعیین زمان مناسب ورود و خروج دام و زمان مناسب بذرگیری می‌باشد.

این تحقیق نشان داد که گونه‌های متعلق به یک تیره نزدیکی بیشتری را در زمان انجام فعالیتهای فنولوژیکی نشان می‌دهند. بنابراین با توجه به اینکه بیشتر مراتع از گونه‌های متفاوتی تشکیل شده زمان قطعی ورود و خروج دام به مرتع باید با توجه به اختلاف فعالیتهای فنولوژیکی گونه‌های کلید تعیین گردد.

نتایج نشان می‌دهد، زمانی که دمای حداقل به صفر و بالای صفر درجه سانتی‌گراد برسد گیاه شروع به رشد می‌نماید، نتایج این مطالعه با نتایج بدست‌آمده از مطالعات محققانی همچون اکبرزاده و میرحاجی (۱۳۸۱)، سعیدفر (۱۳۷۹)، سندگل (۱۳۸۲)، بنوان و مصداقی (۱۳۵۲) و... که بر روی گیاهان مهم مرتعی انجام داده‌اند کاملاً منطبق می‌باشد.

با توجه به اینکه درجه‌حرارت یکی از فاکتورهای مهم در مطالعه فنولوژی در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با تغییرات شرایط جوی از سالی به سال دیگر و تغییر میزان بارندگیها تأثیر این عامل دستخوش تغییراتی می‌گردد. بر این اساس استفاده از معیار درجه روز رشد با توجه به اعمال درجه‌حرارت و تاریخ وقوع مراحل فنولوژی در آن می‌تواند ما را در پیشگویی فنولوژی یاری کند. به‌عنوان مثال، زمانی که مجموع درجه

روزهای رشد برای گونه *Stipa hohenackeriana* به حدود ۹۵۰ تا ۱۰۵۰ برسد این گونه به مرحله گلدهی کامل رسیده‌است. در مورد گونه *Poa sinaica* نیز نتایج نشان می‌دهد با مجموع درجه روز رشد ۱۰۲۳ تا ۱۱۰۹ درجه سانتی‌گراد این گونه، بذرها شروع به ریزش می‌کنند. نتایج نشان داد بین مقادیر GDD در مراحل مختلف فنولوژی و در سالهای مورد مطالعه اختلاف ناچیزی وجود دارد. نتایج تحقیقات Frank & Hofmann (1989) نیز نشان داد که GDD تجمعی در سال ۱۹۸۷ بیشتر از سال ۱۹۸۶ بوده‌است که این اختلاف را نتیجه بالا بودن دمای متوسط در سالهای مختلف می‌دانند ولی با اینحال با استفاده از مقادیر GDD می‌توان پیشگویی‌هایی در رابطه با فنولوژی انجام داد که میرحاجی (۱۳۸۵) نیز در تحقیقاتی در رابطه با فنولوژی بدان اشاره نموده است.

Romo & Eddelman (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای بر روی جوانه‌زنی *Bromus inermis* و *Festuca altaica* با استفاده از درجه روزهای رشد و ثبت تاریخ وقوع مراحل فنولوژی به این نتیجه رسیدند که شاخص GDD نیز روش مطمئنی است. مؤمن (۱۳۸۲) نیز به این نتیجه رسید که زمان ظهور مرحله گلدهی گیاه توری در دو نقطه سایه و آفتاب متفاوت است و تابع درجه‌حرارت هوا می‌باشد. او مشاهده کرد پایه‌هایی که در آفتاب بودند ۱۰ تا ۲۰ روز زودتر از پایه‌هایی که در سایه بودند گل دادند و تحقیق حاضر نیز دقیقاً براساس درجه حرارت‌های دو سال ۸۶ و ۸۷ در هنگام گلدهی این موضوع را اثبات می‌نماید. سندگل (۱۳۸۲) در بررسی اثر کوتاه‌مدت دو سیستم چرا بر ظهور مراحل فنولوژی *Bromus tomentellus* با خصلت رویشی فصل سرد، معیار GDD را فاکتوری مناسب برای مطالعه فنولوژی معرفی نمود.

کوتاهتری داشتند، به طوری که زودتر رشد رویشی خود را آغاز کرده و به اتمام رساندند. همچنین این امر باعث کاهش ساقه‌های گلدهنده و بذردهی گونه‌ها شد بطوریکه هیچ کدام از گونه‌ها بذردهی قابل توجهی نداشتند. همچنین در بین گونه‌های مورد مطالعه توقف رشد در گونه *Poa sinaica* سریعتر انجام شد که نشان‌دهنده این است که گونه اخیر نسبت به گرما و سرما حساسیت بیشتری دارد و زودتر از بقیه گونه‌ها نسبت به محیط واکنش نشان می‌دهد. در این پژوهش مراحل رشد زایشی گونه *Poa sinaica* نسبت به گیاهان دیگر حدود ۱۰ روز زودتر انجام شد. در نتیجه شاخص درجه روز - رشد در پیشگویی مراحل مختلف فنولوژی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات بی‌دریغ جناب آقای فرهنگ جعفری (از همکاران بخش تحقیقات مرتع) که در این تحقیق همکاری داشتند، قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

اکبرزاده، م. و میرحاجی، ت.، ۱۳۸۱. بررسی چند گونه مهم مرتعی در منطقه پلور. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. مجموعه مقالات تحقیقات مرتع و بیابان، شماره (۷): ۱۲۱-۱۴۰.

بنوان، م.، مصداقی، م. و ملک، ع.، ۱۳۵۲. فنولوژی نباتات مرتعی بومی و بیگانه در منطقه نیمه‌استپی همدان آبرسد. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. نشریه شماره (۱۳): ۱-۴۸.

سندگل، ع.ع.، ۱۳۸۲. اثر کوتاه‌مدت دو سیستم و سه شدت چرا بر ظهور مراحل فنولوژیکی گونه *Bromus tomentellus* Bioss. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، نشریه شماره ۳، جلد (۱۰).

Frank *et al.*, (1993) نیز پیشنهاد می‌کنند که محاسبه GDD برای تعیین زمان مناسب شروع چرا بسیار ارزشمند است. به طوری که اگر چرا در زمان رشد مطلوب گیاه آغاز شود تحمل گیاه نسبت به چرا افزایش یافته و شادابی خود را حفظ خواهد کرد و تولید علوفه را در فصل چرا و در طی سال ادامه خواهد داد. همانطور که فصل بهار از سالی به سال دیگر تغییر می‌یابد و آمادگی چرا در مرتع از سالی به سال دیگر متغیر است، بنابراین رسیدن به GDD مناسب به ما کمک خواهد کرد که بهترین زمان را برای شروع چرا پیدا کنیم.

Frank *et al.*, (1993) در مطالعه خود که در داکوتای شمالی انجام شده است با محاسبه GDD تجمعی برای گراسهای بومی منطقه، میزان ۱۲۰۹ را برای گونه (*Stipa Green needle grass*) (زمانی که ۴ برگ در گیاه ظاهر شده) مصادف با ۶ ژوئن و مقدار ۴۴۳ را برای گونه *Agropyron* (crested wheat-grass) (زمانی که ۳ برگ کامل در گیاه ظاهر شده) مصادف با ۶ می را مناسب برای آمادگی چرا در مرتع می‌دانند.

از اواخر دهه اول اسفند ماه کلیه گیاهان شروع به رشد می‌نمایند که بررسیها نشان داد در سال ۸۶ این زمان به علت سرد بودن دمای هوا در اسفند ماه کمی دیرتر اتفاق افتاد و حدود ۵ تا ۱۰ روز تفاوت داشته است. با توجه به جدول ۱ حداقل دما در سال ۸۶ حدود ۳- درجه و در سال ۸۷ حدود ۱ درجه سانتی‌گراد بوده است.

گونه‌های مورد بررسی در سال اول به علت بارندگی بیشتر و در نتیجه بالارفتن رطوبت محیط شاداب‌تر بودند و رشد رویشی و زایشی طولانی‌تری داشتند، ولی در سال بعد به دلیل بارندگی کمتر و خشکی محیط و بالا بودن دمای هوا گیاهان مورد نظر رشد رویشی و زایشی نسبتاً

- Resources. Range Manage. (۵)۲۶: 336-340 Hohhot, the Peoples Republic of China.
- Frank, A., Sedivec, K. and Hofmann, L., 1993. Determination Grazing Reeding for native and Tame Pastures. www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/hay/r10
 - Frank, A. and Hofmann, L., 1989. Relationship among grazing management , growing degree days and morphological development for native grasses on the northern Great Plains. *Journal range management* 42 (3)
 - Frank, A.B. and Ries, R.E., 1990. Effect of soil water and nitrogen on morphological development of crested and western wheatgrass. *J.Range Manage.* 43:255-258.
 - Fraser, D.A., 2006. Determining range readiness and growing degree-days (GDDs). B.C. Min. For. Range, Range Br., Kamloops, B.C. Rangeland Health Brochure 11. URL: <http://www.for.gov.bc.ca/hra>
 - Harrison, S., 1994. Resources and dispersal as factors limiting a population of the tussock moth (*Orgyia vetusta*), a flightless defoliator, *Oecologia* 99, 27-34
 - Keith T. Weber, 2001. A method to incorporate phenology into land cover change analysis. *J. Range Manage.* 54: A1-A7
 - Miller, P., Lanier, W. and Brandt, S., (2001). Using Growing Degree Days to Predict Plant Stages, endorsement by the Montana State University Extension Service
 - Thompson, J.N., (1990). Coevolution and the evolutionary genetics of interactions among plants and insects and pathogens. pp 249-271 in: *Pests, Pathogens, and Plant Communities*, J.J. Burdon and S.R. Leather, eds. Oxford, Blackwell
 - Weikai yan and Hunt L.A., 1999. An equation for modelling the temperature response of plants using only the cardinal temperatures; *Annals of botany*, vol. 84, pp. 607-614
- سعیدفر، م.، ۱۳۷۹. مطالعه فنولوژی گیاهان مرتعی در منطقه سمیرم. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. نشریه شماره ۲۳۱.
- صادقیان، س.، طیبی خرمی، م. و حبیبیان، ح.، ۱۳۸۰. بررسی فنولوژی مهمترین گیاهان مرتعی قرق دهبند. دومین سمینار ملی مرتع و مرتع‌داری در ایران.
- قصریانی، ف.، ۱۳۷۹. مطالعات فنولوژی چندگونه مهم مرتعی در ارتفاعات کردستان. جلد ۱۳ فصلنامه علمی پژوهش و سازندگی، شماره (۲) پی‌آیند ۴۷، سال ۱۳۷۹: ۵۸-۶۳.
- مؤمن، ع.، ۱۳۸۲. گزارش نهایی طرح فنولوژی برخی درختان و درختچه‌های زیتنی باغ گیاه‌شناسی ایران.
- میرحاجی، ت.، ۱۳۷۸. مقایسه اکولوژیک پنج گونه درمسه استان سمنان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۹-۱۲۵.
- میرحاجی، ت. و سندگل، ع.ع.، ۱۳۸۵. مجموع دمای مورد نیاز مراحل فنولوژیکی تعدادی از گونه‌های مهم مرتعی در ایستگاه تحقیقات مراتع همند آبسرد. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان، نشریه شماره ۳، جلد (۱۳).
- هویزه، ح.، ۱۳۷۲. گزارش نهایی طرح معرفی و فنولوژی گونه *Cymbopogon olivieri* جهت اصلاح مراتع استپی خوزستان. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
- Bertiller, M.B., Beeskow, A.M. and Coronato, F., 1991. Seasonal environmental variation and plant phenology in arid Patagonia (Argentina). *Journal of Arid Environments* 21: 1-11.
 - Kumiko OKUBO and Hisayuki MAENAKA., 1991. Vegetation management of semi-natural grassland for wild plant habitat conservation. *Proceedings of the International Symposium on Grassland*

Phenology study of *Astragalus chaborasicus*, *Poa sinaica* and *Stipa hohenackeriana* calculated by Growing Degree Days (GDD) in Khoshkrood saveh Region

Zarekia, S.^{*1}, Ehsani, A.², Zare, N.³ and Mirhaji, T.⁴

1*- Corresponding Author, Research Senior Expert, Natural Resources Research Division, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Yazd, Iran Email: szarekia@yahoo.com

2- Assistant professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran.

3- Research Expert, Rangeland Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Research Senior Expert, Rangeland Research Division, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 27.06.2009

Accepted: 12.12.2010

Abstract

Information on phenology of the range species is important to manage the plans of plant utilization, control of the livestock entry and exit, seed collection, and understanding of the nutritive value of plant species in different phenology stages. In this study, phenology of three important rangeland species namely *Astragalus chaborasicus*, *Poa sinaica* and *Stipa hohenackeriana* was studied in Khoshkrood saveh region. Vegetative and reproductive data of the mentioned species were recorded once a week for two years (2007 and 2008). Growing Degree Days (GDD) were determined using climate data (temperature and precipitation) collected from the nearest station to Saveh. The results showed that start and end of the phenological stages differed in two different years while GDD was almost same for phenological stages. In other words, phenological stages have constant temperature requirement which after obtaining the required temperature the emergence of the stages are observed and thus GDD is applied for prediction of phenological stages.

Key words: Phenology, *Astragalus chaborasicus*, *Poa sinaica*, *Stipa hohenackeriana*, Growing Degree Days, *khoshkrood saveh*