فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۳، شماره ۱، صفحه ۱۰۷-۹۲ (۱۳۹۵)

بررسی اثرات خشکسالی و ترسالی بر فنولوژی چهار گونه گندمی چند ساله مهم در مراتع بینالود استان خراسان رضوی

فریده ثقفی‌خادم[۱*]، علی احسانی[۲] و معصومه شهابی[۳]

۱*-نویسنده مسئول، عضو هیئت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، پست الکترونیک: saghafikhadem@yahoo.com

۲-دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۱۰

چکیده

سرزمین پهناورایران با قرار گرفتن در گروه کشورهای خشک و با پوشش گیاهی کم جنگل در کمربند خشک جهان قرار دارد. سطح وسیعی از مراتع کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند. تجدید پوشش طبیعی اکوسیستم‌های مرتعی در این مناطق بدلیل بارندگی‌های بسیار کم، بهره‌برداری غیراصولی و نابهنگام از روند کندی برخوردار می‌باشد. مطالعه فنولوژی گیاهان مرتعی از فاکتورهای مهم در اعمال مدیریت برای بهره‌برداری بهینه از گیاهان است. از طرفی بروز خشکسالی و تنش‌های متأثر از آن موجب تغییر در مراحل رشد گیاه و همچنین تأثیر در عملکرد علوفه مرتع می‌گردد. گونه‌های گندمی *Bromus kopetdaghensis* Drobow، *Festuca arundinacea* Schreb، *Stipa arabica* Trin. & Rupr و *Poa bulbosa* L. از عناصر اصلی مناطق نیمه‌استپی تا جنگل‌های خشک مراتع خراسان و از گونه‌های نسبتاً خوشخوراک و مورد تعلیف دام بشمار می‌روند. در این تحقیق مطالعه فنولوژی (مدل درجه- روز رشد) برای گونه‌های ذکر شده طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۶ انجام گردید. همچنین مطالعه شرایط رطوبتی و طبقات خشکسالی با استفاده از نمایه بارش استاندارد شده (SPI) در مراتع بینالود استان خراسان رضوی در دوره آماری بیست ساله انجام شد. اثرات دوره‌های مختلف تنش خشکسالی بر ظهور اندام‌های گیاهی و طول دوره رشد رویشی و زایشی بررسی گردید. نتایج نشان داد که رشد زایشی در دوره وقوع خشکسالی کوتاه‌تر بود. در شرایط خشکسالی سال ۱۳۸۷ دوره رویشی گونه‌ها نسبت به بقیه سال‌ها زودتر آغاز شده و تغییر از حالت رویشی به زایشی در دوره کوتاه‌تری اتفاق افتاد. نتایج حاصل از بررسی درجه-روز رشد نشان داد که دامنه تغییرات از حداکثر ۲۸۱۴/۱۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۸۹ تا حداقل ۲۴۰۶/۹۵ درجه سانتی‌گراد در سال ۱۳۸۷ در نوسان بود. در نتیجه، نتایج حاصل از مدل درجه - روز رشد به همراه اطلاعات تغییرات ذخیره هیدرات کربن گونه‌های مهم مرتع در مراحل مختلف رشد، می‌تواند مدیریت مرتع را در تنظیم زمان ورود و خروج دام از مرتع یاری دهد.

واژه‌های کلیدی: فنولوژی، نمایه بارش استاندارد، درجه- روز رشد، گونه‌های مهم مرتعی و مراتع بینالود استان خراسان رضوی.

مقدمه

انتشار جغرافیایی هر گیاه بطور طبیعی در درجه اول به وسیله عوامل آب و هوایی کنترل می‌شود. فنولوژی یکی از مباحث علم اکولوژی است که در آن دوره زندگی گیاه از زمان آغاز رویش تا مرحله خواب گیاه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

عواملی که در پیدایش مراحل فنولوژی گیاهان مؤثرند شامل، دمای هوا و خاک، فتوپریودیسم و رطوبت خاک می‌باشد (Khatamsaz, 1984). از میان عوامل اقلیمی، رژیم حرارتی بیشترین تأثیر را روی مراحل مختلف نمو گیاهان دارد. با توجه به متغیر بودن درجه حرارت و طول روز و عدم امکان تخمین مراحل فنولوژی گیاه، محاسبه درجه-روز رشد برای تعیین مراحل فنولوژی گیاه ضروریست. علاوه بر درجه حرارت، رطوبت خاک و آب در دسترس گیاه نیز یکی از عوامل مهم و محدودکننده در تولید گیاهان است. تأثیر تنش خشکسالی بر روی فنولوژی گیاه نه تنها به خصوصیت خشکسالی (شدت-مدت)، بلکه به زمان وقوع آن که در چه مرحله‌ای از رشد گیاه اتفاق می‌افتد نیز بستگی دارد.

Saghafi khadem و همکاران (۱۹۹۷) در بررسی اکولوژیکی گونه *Bromus kopetdaghensis* مراحل مختلف فنولوژی شامل شروع رویش، رشد رویشی، ظهور گره، ظهور خوشه، گل‌دهی و مرحله خواب را در سه منطقه هم ارتفاع مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که شروع فعالیت گیاه تابع وجود رطوبت در خاک است. Najafi shabankareh (۲۰۰۵)، فنولوژی گونه قیچ (*Zygophyllum atriplicoides*) را در مراتع استپی گرم خلیج عمانی استان هرمزگان، در طبقات ارتفاعی مختلف مورد مطالعه قرار داده است و تاریخ وقوع مراحل فنولوژی را به تغییر درجه حرارت هوا و بارندگی در سال‌های مختلف نسبت داد.

همچنین Mirhaji و Sanadgol (۲۰۰۶) در بررسی فنولوژی 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 می‌باشد. به‌طور معمول در مدیریت کشاورزی و منابع طبیعی برای پیش‌بینی رشد گیاهان از درجه حرارت روز رشد (Growing degree days) استفاده می‌شود که به جای تقویم زمانی برای طول مراحل فنولوژیک گیاه معتبر خواهد بود. درجه روز رشد برای توضیح روابط بین دوره رشد و دما تعریف شده است. این شاخص وجود یک رابطه خطی و مستقیم را بین رشد و دما بیان می‌کند (Nuttonson, 1995). مطالعه فنولوژی گونه *Poa sinaica* در مراتع خشکه‌رود ساوه با استفاده از درجه روز رشد در طی دو سال انجام شد، نتایج ایشان نشان داد که زمان آغاز و پایان مراحل فنولوژیکی این گونه در دو سال مختلف با هم متفاوت است (Zarekia *et al*, 2011).

بر اساس تحقیقات Frank و Hafman (۱۹۹۸) دما یکی از مهمترین متغیرهای هواشناسی مؤثر بر رشد و نمو گیاهان می‌باشد. بنابراین از شاخص درجه روز رشد (GDD) می‌توان در پیش‌بینی زمان آمادگی مرتع برای چرا و در توسعه مدل‌های رشد علوفه استفاده کرد. آنان گزارش کردند که جمع درجه حرارت هوا یا اصطلاحاً درجه-روزهای رویشی اثر قابل توجهی بر وقوع مراحل فنولوژی گیاهان دارد. Frank و Rice (۱۹۹۰) نیز نتیجه گرفتند که درجه حرارت هوا در فنولوژی گونه‌های معین *Agropyron smithii* و *Agropyron desertorum* تأثیر بسزایی به‌ویژه از شروع رشد تا مرحله گلدهی دارد.

محققان دیگر ازجمله Bertiller (۱۹۹۱)، Thompson (۱۹۹۰) و Frank (۱۹۹۱) در بررسی‌های خود اظهار داشتند از بین عوامل اقلیمی درجه حرارت بیشترین اثر را روی نمو گیاه ازجمله بر روی طول دوره رویش و مراحل فنولوژیکی گیاهان دارد. در حقیقت دما به‌عنوان یک عامل اکولوژیک بصورت مستقیم و غیرمستقیم اثر خود را بر روی گیاهان نشان می‌دهد.

نتایج تحقیقات انجام شده توسط Fraser (۲۰۰۶) 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 می‌کنند که حداقل درجه حرارت هوا به بالای صفر رسیده باشد. رشد دوباره پائیزه معمولاً پس از بارندگی و فراهم شدن رطوبت خاک همراه با پائین آمدن درجه حرارت هوا اتفاق می‌افتد و تابع شرایط اقلیمی به‌ویژه درجه حرارت می‌باشد. در نتیجه در سال‌های مختلف باتوجه به نوسانهای درجه حرارت هوا، تعداد روز مورد نیاز برای هر مرحله متفاوت می‌باشد، اما انرژی گرمایی مورد نیاز حدوداً

ثابت می‌باشد. در نتیجه با استفاده از درجه روز رشد (GDD) می‌توان تاریخ ظهور مراحل فنولوژی و طول دوره زمانی را بطور دقیق پیش‌بینی کرد و زمان آمادگی مرتع برای چرای دام را دانست.

در مناطقی با اقلیم مدیترانه‌ای، رطوبت خاک و درجه حرارت هوا یکی از فاکتورهای مهم و کلیدی برای مشخص کردن چگونگی گذراندن دوره‌های فنولوژی گیاه می‌باشد (Bernal *et al*., 2004). به‌طوری‌که کمبود آب و رطوبت در دسترس گیاه، طول فصل رشد را محدود می‌سازد (Llorens *et al*., 2004) و بیشترین تأثیر را بر گلدهی گیاهان دارد (Prieto, 2008). اگرچه تأثیر خشکسالی و ارتباط آن با تغییر اقلیم بر فنولوژی گیاهان در مطالعات معدودی انجام شده است (Penuelas *et al*., 2007)، اما در این مطالعه سعی شده است با بررسی خشکسالی و ترسالی‌های حادث شده در منطقه و ارتباط آن با فنولوژی گونه مورد مطالعه تأثیر دوره‌های خشک را بر تاریخ شروع هریک از مراحل فنولوژی و ارتباط گیاه بررسی کرد.

در این مطالعه بررسی شاخص درجه روز رشد (GDD) در وقوع مراحل فنولوژی گیاهان و تأثیر شدت خشکسالی با توجه به فراوانی وقوع آن بر روی دوره‌های مختلف فنولوژی گونه طی ۴ سال بررسی انجام شده است. از این‌رو با بررسی و مقایسه مقادیر درجه حرارت از طریق روش درجه- روز رشد و نمایه بارندگی استاندارد شده از طریق شاخص SPI (Standardized Precipitation Index) می‌توان تاریخ شروع رشد رویشی و مراحل فنولوژی گیاه را با دقت نسبتاً بالایی بررسی کرد و از این‌رو زمان آمادگی مرتع را برای چرای دام تشخیص داد.

مواد و روش‌ها

- موقعیت و ویژگی‌های طبیعی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

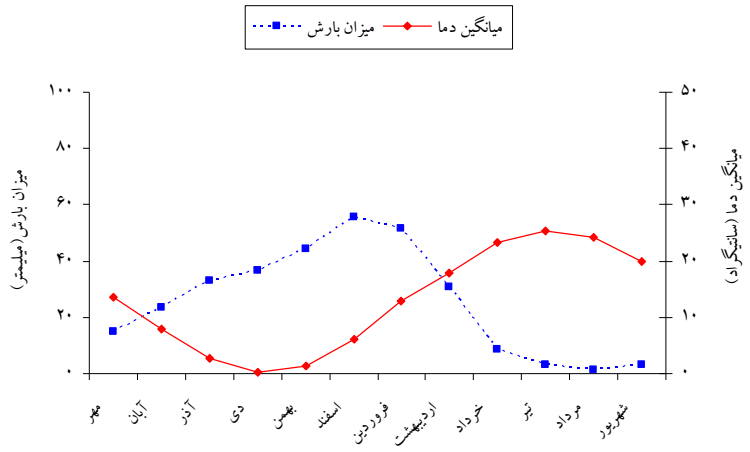
منطقه مورد مطالعه یکی از سایت‌های آماربرداری طرح ملی تعیین علوفه قابل برداشت مراتع کشور در مراتع ییلاقی بخش غربی ارتفاعات بینالود و فاصله حدوداً ۷۵ کیلومتری جنوب‌شرقی شهرستان قوچان استان خراسان رضوی می‌باشد. از نظر موقعیت جغرافیایی این مراتع در بین طول‌های ۵۸ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۲۴۰۰ متر و میانگین بارندگی سالانه بر اساس داده‌های ایستگاه سینوپتیک قوچان ۳۰۶ میلی‌متر است. خاک منطقه سبک و همراه با سنگ و سنگریزه فراوان می‌باشد. گیاهان غالب در منطقه براساس نمود ظاهری گونه‌های بالشتکی همراه با گراس‌های پایاست. تیپ مرتعی *Onobrychis cornuta* و *Acantholimon glandolosum* است. تیپ اراضی موجود در منطقه کوه و اقلیم منطقه مطابق روش دومارتن تصحیح شده نیمه‌خشک فراسرد است و از نظر اقلیم‌های حیاتی جزء مناطق نیمه‌استپی و کوه‌های مرتفع محسوب می‌شود. نظام بهره‌برداری از مرتع، روستایی نیمه کوچ‌رو است.

گونه‌های اصلی منطقه شامل عناصر بوته‌ای با غالبیت گون‌های بالشتکی نظیر *Acanthophyllum glandolosum*، *Onobrychis cornata*، *Astragalus meshedensis*، به همراه گندمیان چند ساله مانند *Agropyron intermedium*، *Bromus kopetdaghensis*، *Festuca arundinacea*، *Stipa arabica* و *Poa bulbosa* می‌باشد. این مطالعه بر روی سه گونه گندمی اخیر که از گونه‌های مهم مرتع بهارکیش بینالود است (درصد پوشش هریک نسبت به پوشش گیاهی منطقه به‌ترتیب ۵/۳۵، ۰/۶۳، ۰/۷۸ و ۰/۶۱ می‌باشد که در مجموع پس از گونه‌های بالشتکی بیشترین پوشش را دارند)، انجام شده است.

بررسی آمار هواشناسی منطقه در سال‌های اجرای طرح نشان می‌دهد که سال ۸۵-۱۳۸۶ (اولین سال) و سال سوم اجرای طرح میزان بارندگی نزدیک به میانگین است ولی سال دوم اجرای طرح بسیار پائین و تقریباً نصف میانگین و در سال آخر حدود ۵۰ میلی‌متر بیش از میانگین بوده است (جدول ۱).

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک قوچان (نزدیکترین ایستگاه به منطقه) در سال‌های اجرای طرح

۱۳۸۵-۸۶		۱۳۸۶-۸۷		۱۳۸۷-۸۸		۱۳۸۸-۸۹	
بارندگی (mm)	میانگین دما (C°)	بارندگی (mm)	میانگین دما (C°)	بارندگی (mm)	میانگین دما (C°)	بارندگی (mm)	میانگین دما (C°)
۲۹۸/۱	۱۲/۵	۱۴۲/۴۶	۱۱/۶	۳۰۸/۹۲	۱۲/۱۸	۳۵۶/۵	۱۲/۵۶



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک منطقه مورد مطالعه در یک دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۶۹-۱۳۸۹)

بررسی منحنی آمبروترمیک ۲۰ ساله (سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۹) نشان‌دهنده آن است که فصل مرطوب از نیمه آبان شروع شده و تا نیمه اردیبهشت ادامه می‌یابد. در نتیجه ۶ ماه از سال مرطوب و ۶ ماه خشک می‌باشد. نوسان‌های بارندگی در ماه‌های مرطوب بین ۲۲ تا ۵۵ میلی‌متر می‌باشد. میزان بارندگی میانگین ۲۰ ساله ۳۰۶/۵ میلی‌متر، کمترین دما در دی‌ماه اتفاق می‌افتد که میانگین ۲۰ ساله آن ۰/۲ و تیرماه دارای بالاترین دمای متوسط ماهانه در طول دوره آماری به میزان ۲۵/۴ است (شکل ۱).

روش تحقیق

برای بررسی مراحل فنولوژی، ضمن برداشت‌های صحرایی، مشاهدات عینی از رشد گیاه در سال‌های مختلف لازم بود. از این‌رو از گونه‌های *Bromus kopetdaghensis*، *Festuca arundinacea*، *Stipa arabica* و *Poa bulbosa* ۱۰ پایه نسبتاً همسان انتخاب و با نصب پلاک علامت‌گذاری گردید. سپس از ابتدای اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۸۶ اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژی و ارتفاع گیاه (بلندترین بخش از آن تا سطح خاک) برای هر پایه در مقاطع زمانی ۱۵ روزه در مرحله رویشی و ۷ روزه در مرحله زایشی اندازه‌گیری و در فرم ویژه‌ای ثبت شد. مراحل فنولوژی مورد نظر عبارت بود از: آغاز و پایان مرحله رویشی، آغاز و پایان مرحله گلدهی و ظهور ساقه‌های گل و خوشه گل در مورد گندمیان مورد توجه قرار گرفت؛ به‌طوری‌که آغاز و پایان مرحله رسیدن بذر، مرحله رکود و خشک شدن گیاه نیز آخرین مرحله ثبت‌شده فنولوژی گونه بوده است.

محاسبه درجه روز-رشد (GDD)

از آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک قوچان برای تعیین مجموع درجه حرارت یا میزان انرژی گرمایی لازم برای مراحل مختلف فنولوژی همچنین آمار بارندگی در دوره آماری برای محاسبات شاخص خشکسالی استفاده شد. با توجه به تحقیقات Frank. و همکاران (۱۹۹۳) دمای پایه برای گیاهان فصل سرد صفر درجه سانتی‌گراد و گیاهان

فصل گرم ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. گونه‌های مورد مطالعه، گونه‌های فصل سرد می‌باشند که دمای پایه صفر درجه برای آنها در نظر گرفته شده است (Zarekia et al, 2011).

(رابطه ۱)

که در آن GDD *درجه روز رشد*، T max و T min حداقل و حداکثر درجه حرارت و T base دمای پایه برای رشد گیاهان (درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. محاسبه درجه روز رشد برای هریک از مراحل فنولوژیکی بصورت میانگین روزهای پایه‌های برداشت شده از مرتع طی سال‌های مورد مطالعه و محاسبه آن در رابطه ۱ می‌باشد.

شاخص بارش استاندارد (SPI)

نمایه استاندارد بارش (SPI) توسط Mc Kee و همکاران (۱۹۹۳)، برای تعیین دوره‌های خشکسالی و ارزیابی شدت آن تدوین شد. مرکز ملی خشکسالی و مرکز اقلیم منطقه‌ای غرب همچنین از این شاخص برای پایش شرایط خشکسالی در ایالت متحده آمریکا استفاده کردند. از مزایای شاخص بارندگی استاندارد این است که قابلیت پایش دوره‌های خشک و مرطوب را در طیف وسیع مقیاس زمانی از ۱ تا ۷۲ ماه دارد (Sen, 2008). مقادیر شاخص SPI برای یک دوره زمانی و برای داده‌های بارندگی $(X_1, X_2, ..., X_i)$ از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$SPI = \frac{X_i - \overline{X}}{S_x}$$ رابطه (۲)

که در آن، X_i بارندگی ماهانه، $\overline{X}$ میانگین بارندگی برای هر ایستگاه و S_x انحراف معیار داده‌های بارش می‌باشد. هفت کلاس برای شاخص SPI در جدول ۲ ارائه شده است، که در این مطالعه نیز از دستورالعمل جدول ارائه شده، استفاده شده است. محدودیت اصلی شاخص SPI این است که محاسبه خشک‌سالی مبتنی بر بارندگی است، ولی علاوه بر سری زمانی بارندگی دو فاکتور اصلی رطوبت نسبی و دما می‌باشند که بر وقوع و شدت خشک‌سالی تأثیر دارند.

جدول ۲- طبقه‌بندی وضعیت رطوبتی بر اساس شاخص بارش استاندارد SPI (Do O., 2005)

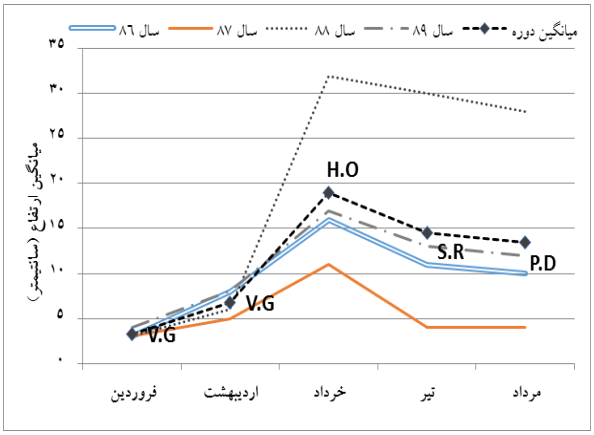
طبقه‌بندی خشک‌سالی	مقادیر SPI
ترسالی بسیار شدید	۲ یا بیشتر
ترسالی شدید	۱/۵ تا ۱/۹۹
ترسالی ملایم تا متوسط	۱ تا ۱/۴۹
نرمال	۰/۹۹- تا ۰/۹۹
خشک‌سالی ملایم تا متوسط	۱/۴۹- تا ۱-
خشک‌سالی شدید	۱/۹۹- تا ۱/۵۰-
خشک‌سالی بسیار شدید	۲- یا کمتر

نمایه SPI برای هر منطقه بر اساس ثبت بارندگی‌های طولانی‌مدت محاسبه می‌شود. نخستین ویژگی SPI این است که این شاخص فقط بر پایه داده‌های بارندگی بوده، بنابراین حتی اگر دیگر پارامترهای هیدرولوژیکی نیز قابل دسترس نباشد، محاسبه آن امکان‌پذیر است؛ علاوه بر این، از توپوگرافی نیز تأثیر نمی‌پذیرد. دومین مزیت آن چند بعدی بودن آن است، از این‌رو در هر مقیاس زمانی قابل محاسبه است. سومین مزیت شاخص SPI این است که به علت تبعیت این شاخص از توزیع نرمال، می‌توان وقایع خشک‌سالی شدید را برای هر محل و هر مقیاس زمانی

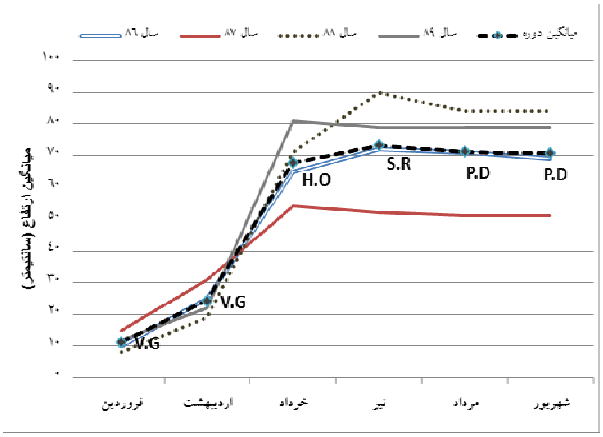
طبقه‌بندی کرد (Mishra & Singh, 2010).

نتایج

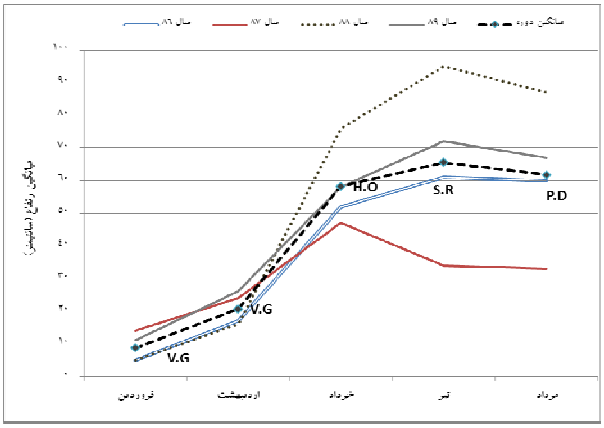
تغییرات حیاتی گونه‌های *Bromus kopetdaghensis*، *Festuca arundinacea*، *Stipa arabica* و *Poa bulbosa* با توجه به مشاهدات صحرایی طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۶ در شکل‌های ۲ تا ۵ ارائه می‌گردد.



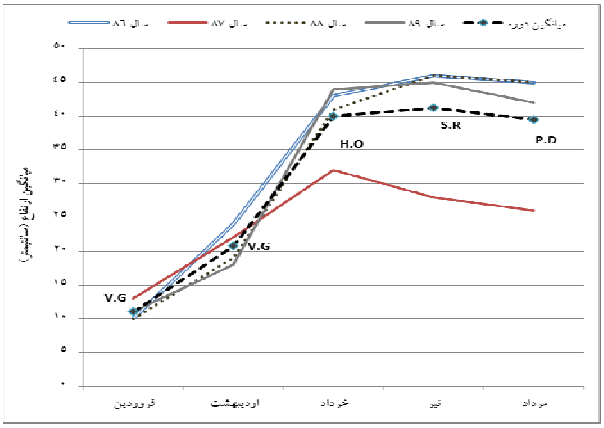
شکل ۲- مراحل رشد فنولوژی گونه **Poa bulbosa** و تغییرات رشد ارتفاعی گیاه در سال‌های ۸۹-۱۳۸۶ در مرتع بینالود



شکل ۳- مراحل رشد فنولوژی گونه **Bromus kopetdaghensis** و تغییرات رشد ارتفاعی گیاه در سال‌های ۸۹-۱۳۸۶ در مرتع بینالود



شکل ۴- مراحل رشد فنولوژی گونه **Stipa arabica** و تغییرات رشد ارتفاعی گیاه در سال‌های ۸۹-۱۳۸۶ در مرتع بینالود



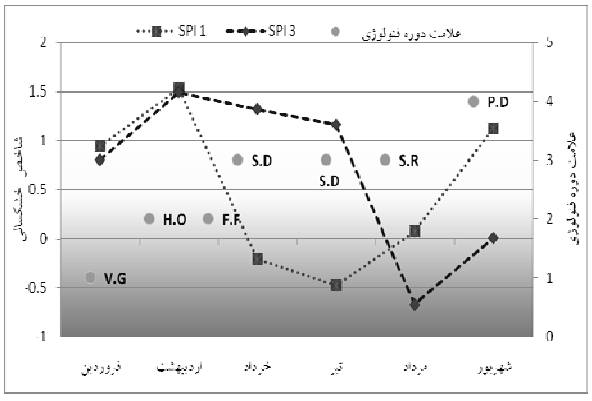
شکل ۵- مراحل رشد فنولوژی گونه **Festuca arundinacea** و تغییرات رشد ارتفاعی گیاه در سال‌های ۸۹-۱۳۸۶ در مرتع بینالود

مرحله شروع رشد (G.I) مرحله رشد رویشی (V.G) مرحله ظهور خوشه گل‌دهنده (H.O)
مرحله گلدهی کامل (F.F) مرحله رسیدن بذرها (S.R) مرحله خواب گیاه (خشک شدن) (P.D)

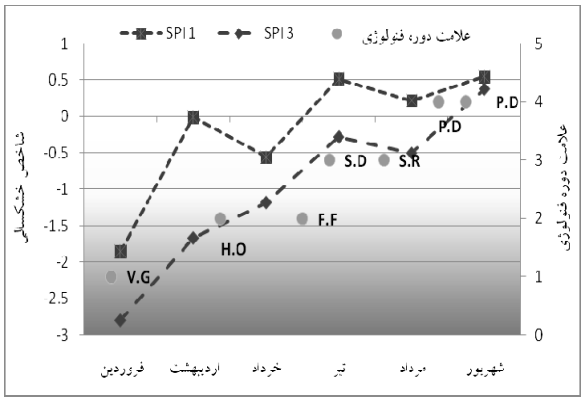
شکل‌های ۲ تا ۵ تغییرات ارتفاع گیاهان را در ۴ سال بررسی نشان می‌دهد. براساس این نمودارها میانگین ارتفاع گونه در مرحله خوشه‌دهی و گلدهی به حداکثر رسیده و پس از آن با شروع دوره بذردهی و رسیدن بذر رو به کاهش است. همان‌طور که از نمودار استنباط می‌گردد حداکثر رشد ارتفاعی بجز در گونه *Festuca arundinacea* در سال ۱۳۸۸ بوده است که در این سال میانگین بارندگی نسبت به دوره آماری منطقه بیشتر است و رشد ارتفاعی

گونه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. در ضمن، گونه *Poa bulbosa* در سال ۱۳۸۷ که میزان بارندگی بسیار کمتر از میانگین منطقه بود قبل از گل‌دهی خشک شده و مراحل گل‌دهی و بذردهی را طی نکرد. البته استفاده از مرتع در خشکسالی باید با احتیاط زیاد همراه باشد. با توجه به نتایج این مطالعه و همینطور مطالعات قبلی در این زمینه که در بحث به آن اشاره شده است، دوره رویش در گیاهان کاهش می‌یابد. از این‌رو خروج دام از مرتع باید زودتر انجام شود تا گیاهان فرصت ذخیره‌سازی داشته باشند.

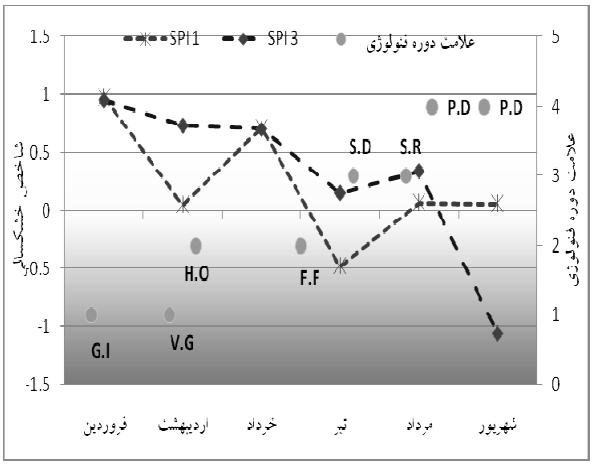
با توجه به نتایج حاصل از تطبیق نمودارهای نمایه خشکسالی در دو بازه یک و سه ماهه با دوره فنولوژی ثبت شده و گونه‌های مورد بررسی طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹ نشان داد که وقوع مراحل فنولوژیکی گونه‌ها بجز گونه *Poa bulbosa* تحت تأثیر وقوع خشکسالی نمی‌باشد ولی تاریخ شروع و پایان مراحل رشد در سال ۱۳۸۷ که همزمان با وقوع خشکسالی در منطقه بوده است نسبت به بقیه سال‌ها زودتر انجام شده است. شکل‌های ۶ تا ۹ تطبیق مراحل فنولوژی گونه *Bromus kopetdaghensis* را با طبقه خشکسالی حادث شده نمایش می‌دهد. دوره رویشی گونه از فروردین‌ماه آغاز شده و تا مرداد خشک می‌شود.



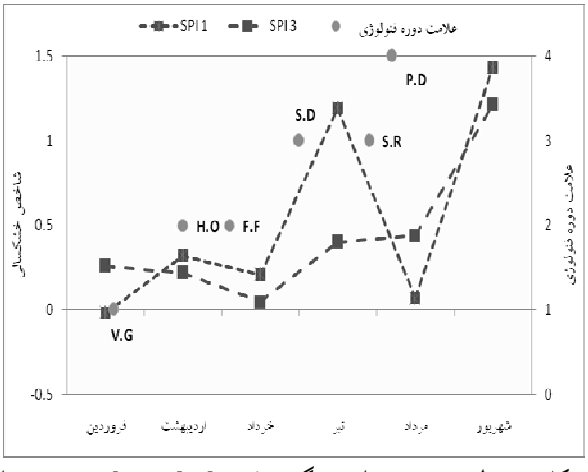
شکل ۶- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Bromus kopetdaghensis* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۶



شکل ۷- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Bromus kopetdaghensis* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۷

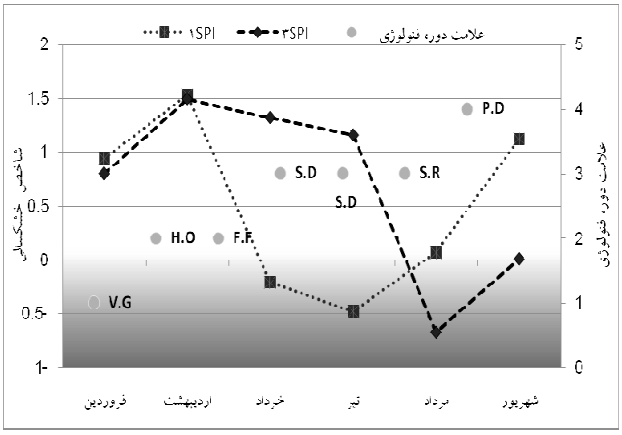


شکل ۸- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Bromus kopetdaghensis* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۸

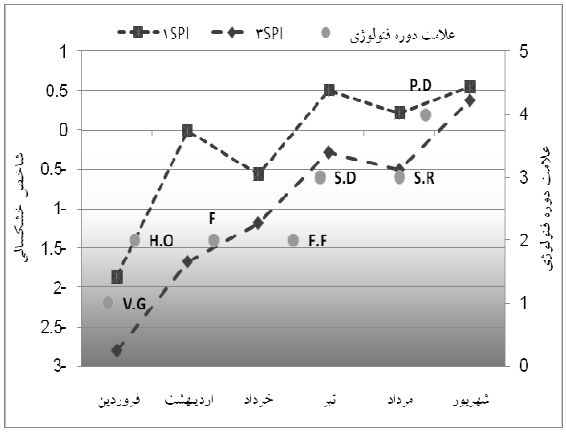


شکل ۹- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Bromus kopetdaghensis* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۹

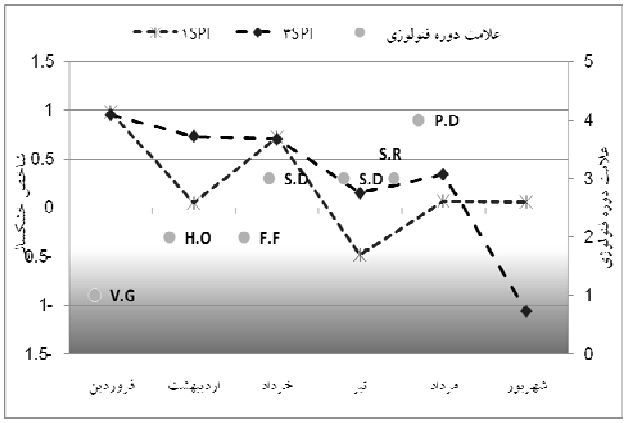
شکل‌های ۱۰ تا ۱۳ تطبیق مراحل فنولوژی گونه *Festuca arundinacea* را با طبقه خشکسالی حادث شده نمایش می‌دهد. دوره رویشی گونه از فروردین‌ماه آغاز شده و در مرداد خشک می‌شود.



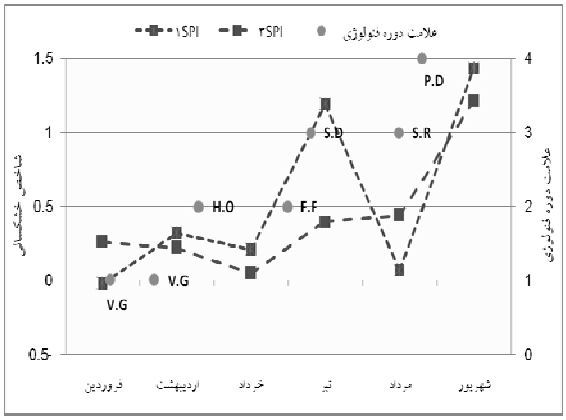
شکل ۱۰- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Festuca arundinacea* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۶



شکل ۱۱- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Festuca arundinacea* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۷

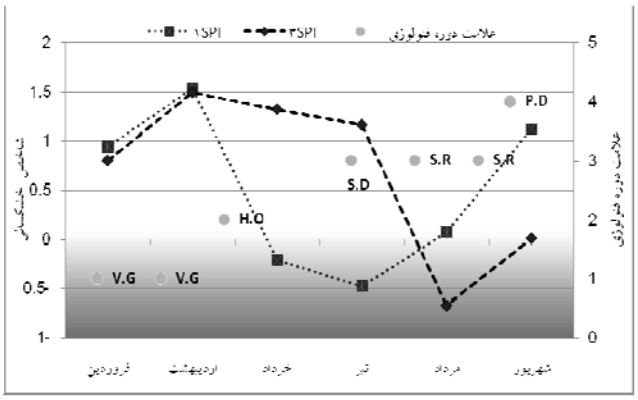


شکل ۱۲- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Festuca arundinace* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۸

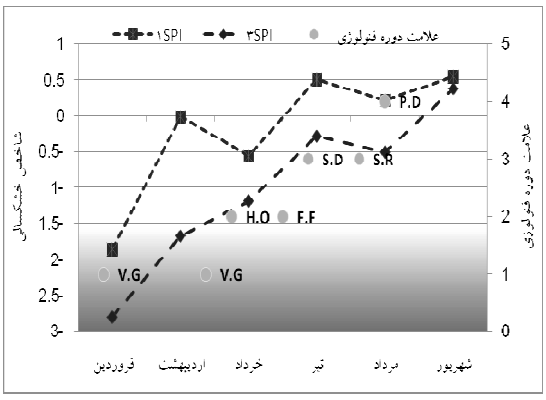


شکل ۱۳- تطبیق دوره فنولوژی گونه *Festuca arundinacea* با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۹

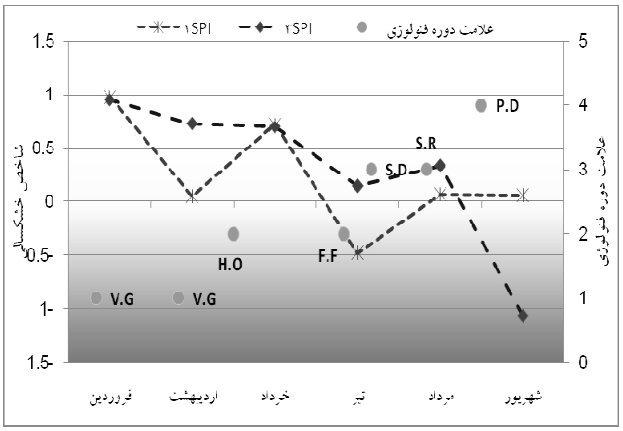
شکل‌های ۱۴ تا ۱۷ تطبیق مراحل فنولوژی گونه *Stipa Arabica* را با طبقه خشکسالی حادث شده نمایش می‌دهد. دوره رویشی گونه از فروردین‌ماه آغاز شده و در اواخر مرداد و اوایل شهریور خشک می‌شود.



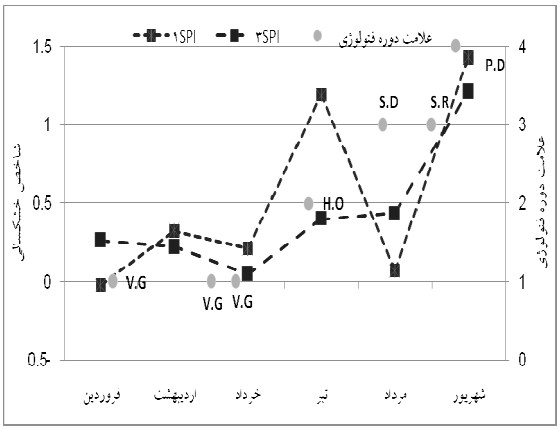
شکل ۱۴- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Stipa arabica*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۶



شکل ۱۵- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Stipa arabica*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۷



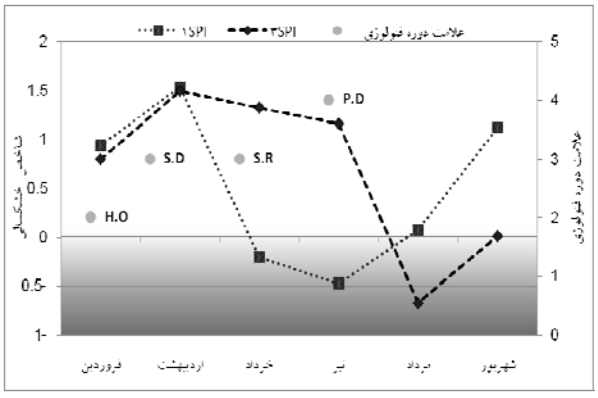
شکل ۱۶- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Stipa arabica*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۸



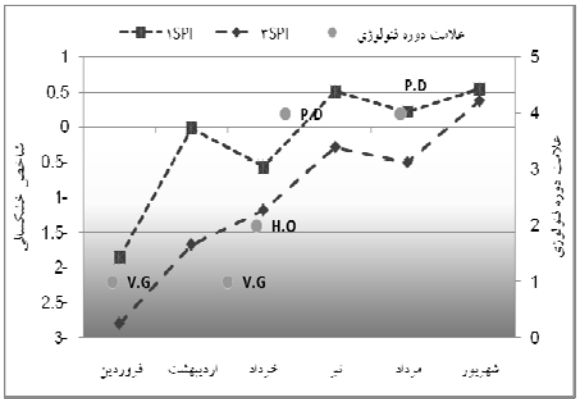
شکل ۱۷- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Stipa arabica*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۹

شکل‌های ۱۸ تا ۲۱ تطبیق مراحل فنولوژی گونه *Poa bulbosa* را با طبقه خشکسالی حادث شده نمایش می‌دهد.

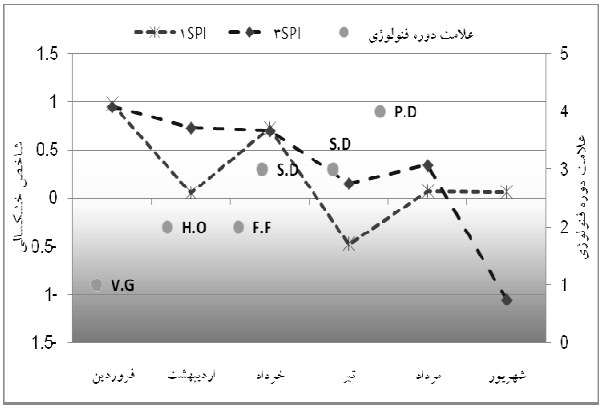
دوره رویشی گونه از فروردین‌ماه آغاز شده و در تیرماه خشک می‌شود.



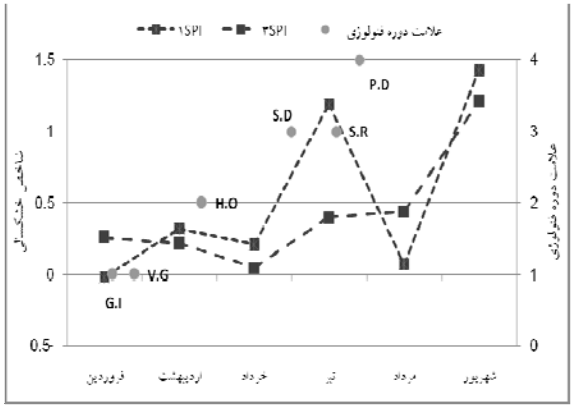
شکل ۱۸- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Poa bulbosa*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۶



شکل ۱۹- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Poa bulbosa*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۷



شکل ۲۰- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Poa bulbosa*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۸



شکل ۲۱- تطبیق دوره فنولوژی گونه ***Poa bulbosa*** با درجه خشکسالی هواشناسی در دوره رشد سال ۱۳۸۹

مقادیر مجموع درجه روز- رشد برای گونه *Bromus kopetdaghensis* در دو مرحله رویشی و زایشی در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ تقریباً با کمی اختلاف مشابه بودند. براساس اطلاعات جدول ۳ بر روی مجموع مدت دوره رویشی گونه شده است که در سال ۱۳۸۶ دوره رویشی گونه نسبت به بقیه سال‌های مطالعه کمتر بوده است. با توجه به جدول ۳ مجموع رشد رویشی و زایشی گونه *Bromus kopetdaghensis* بین ۱۰۸ تا ۱۳۶ روز متغیر است و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز بین ۱۹۹۶/۲ تا ۲۷۶۶/۹ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. مرحله رویشی گونه با حدود ۴۶ تا ۶۰ روز طولانی‌ترین دوره فنولوژی گیاه است. البته مرحله ظهور خوشه و بذردهی حداقل در حدود ۲ هفته به طول انجامیده است.

جدول ۳- مجموع انرژی گرمایی مورد نیاز گونه ***Bromus kopetdaghensis*** در مرتع بینالود (۸۹-۱۳۸۶)

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹	
مراحل فنولوژی	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت (روز)
رویشی	۵۵۱/۲	۵۲	۷۸۸/۹	۴۶	۱۱۷۷/۲	۶۰	۶۶۲/۱	۵۱
خوشه‌دهی	۲۵۴/۴	۱۶	۱۵۹/۶	۷	۳۳۷/۵	۱۸	۲۳۳	۱۵
گلدهی	۲۴۹	۱۲	۸۲۰/۷	۲۹	۷۱۱	۳۰	۴۹۰/۷	۳۰
بذر شیری	۴۷۷/۲۵	۲۳	۱۶۹/۸	۶	۱۸۹/۶	۸	۸۱/۸	۵
بذر خمیری	۳۰۰/۹۵	۱۳	۴۹۳/۵	۱۵	۱۴۶/۵	۵	۲۴۰/۳	۱۰
رسیدگی بذر	۴۶۳	۲۰	۱۶۴/۵	۵	۲۰۵/۱	۷	۲۸۸/۴	۱۲
درجه حرارت تجمعی	۲۲۹۵/۸	۱۳۶	۲۵۹۷	۱۰۸	۲۷۶۶/۹	۱۲۸	۱۹۹۶/۲	۱۲۳

در مورد گونه *Festuca arundinacea* مقادیر مجموع درجه روز- رشد در مرحله رویشی در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۹ تقریباً با کمی اختلاف با گونه *Bromus kopetdaghensis* مشابه بودند. براساس اطلاعات جدول ۴ بر روی مجموع مدت دوره رشد گونه شده است (جمله‌بندی ناقص و نامفهوم است). با توجه به جدول ۴ مجموع رشد رویشی و زایشی گونه *Festuca arundinacea* بین ۱۱۹ تا ۱۳۴ روز متغیر است و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده

نیز بین ۲۲۳۱/۲ تا ۲۵۳۸/۷ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. این مقدار در مرحله رویشی بین ۵۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد در سال ۸۶ تا ۱۰۵۹/۵ درجه سانتی‌گراد در سال ۸۸ تغییر کرده است. مرحله رویشی گونه با حدود ۵۴ روز در سال ۸۸ طولانی‌ترین دوره فنولوژی گیاه است.

جدول ۴- مجموع انرژی گرمایی مورد نیاز گونه *Festuca arundinacea* در مرتع بینالود (۸۹-۱۳۸۶)

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹	
مراحل فنولوژی	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت
رویشی	۵۵۱/۲	۵۲	۷۳۵/۲	۴۱	۱۰۵۹/۵	۵۴	۶۶۲/۱	۵۱
خوشه‌دهی	۲۷۰/۳	۱۷	۴۵۶	۲۰	۲۰۳/۷	۱۴	۲۹۵/۲	۱۹
گلدهی	۲۲۸/۳	۱۱	۴۵۲/۶	۲۱	۲۷۸/۳	۱۵	۲۴۵/۳	۱۵
بذر شیری	۲۰۷/۵	۱۰	۲۱۵/۵	۱۰	۱۸۵/۵	۱۰	۱۶۳/۶	۱۰
بذر خمیری	۴۱۶/۷	۱۸	۳۴۱/۶	۱۴	۳۳۸/۳	۱۵	۲۶۴/۳	۱۱
رسیدگی بذر	۶۰۱/۹	۲۶	۳۱۷/۲	۱۳	۴۷۳/۶	۲۱	۶۰۰/۸	۲۵
درجه حرارت تجمعی	۲۲۷۵/۹	۱۳۴	۲۵۳۶	۱۱۹	۲۵۳۸/۷	۱۲۹	۲۲۳۱/۲	۱۳

مقادیر مجموع درجه روز- رشد برای گونه *Poa bulbosa* در هر مرحله از مراحل فنولوژی در سال‌های مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بودند. براساس اطلاعات جدول ۵ مجموع رشد رویشی و زایشی گونه *Poa bulbosa* بین ۸۱ روز در سال ۸۷ تا ۱۱۱ روز در سال ۸۸ متغیر است و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز از ۱۴۷۷/۱ درجه سانتی‌گراد در سال ۸۷ تا ۲۰۱۳/۹ درجه سانتی‌گراد در سال ۸۸ متغیر می‌باشد. مرحله رویشی گونه با حدود ۶۰ روز در سال ۸۷ طولانی‌ترین دوره فنولوژی گیاه است. البته خشکسالی در سال ۸۷ باعث توقف رشد و فعالیت حیاتی گیاه در مرحله خوشه‌دهی و عدم وقوع گل‌دهی گردید.

جدول ۵- مجموع انرژی گرمایی مورد نیاز گونه *Poa bulbosa* در مرتع بینالود (۸۹-۱۳۸۶)

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹	
مراحل فنولوژی	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت (روز)	GDD	مدت (روز)
رویشی	۵۳۶	۳۷	۱۱۰۲/۲	۶۰	۸۴۱/۲	۴۸	۶۲۳	۴۸
خوشه‌دهی	۲۳۸/۵	۱۵	۳۷۴/۸۵	۲۱	۲۹۱	۲۰	۲۵۲	۱۲
گلدهی	۲۲۸/۳	۱۱	۰	۰	۳۱۵/۴	۱۷	۳۴۹/۲	۱۶
بذر شیری	۱۴۵/۳	۷	۰	۰	۲۰۵/۵	۱۰	۱۱۴/۵	۷
بذر خمیری	۱۸۵/۲	۸	۰	۰	۲۲۵/۵	۱۰	۱۹۲/۲	۸
رسیدگی بذر	۵۵۵/۶	۲۴	۰	۰	۱۳۵/۳	۶	۳۱۲/۴	۱۳
درجه حرارت تجمعی	۱۸۸۹	۱۰۲	۱۴۷۷/۱	۸۱	۲۰۱۳	۱۱۱	۱۸۴۳/۴	۱۰۴

مقادیر مجموع درجه روز- رشد برای گونه *Stipa Arabica* در هر مرحله از مراحل فنولوژی در سال‌های مورد

بررسی دارای اختلاف معنی‌دار بودند. براساس اطلاعات جدول ۶ در سال ۱۳۸۷ دوره رویشی گونه نسبت به بقیه سال‌های مطالعه کمتر بوده است. با توجه به جدول ۶ مجموع رشد رویشی و زایشی گونه *Stipa Arabica* بین ۱۱۸ تا ۱۵۲ روز متغیر است و مجموع انرژی گرمایی دریافت شده نیز بین ۲۱۸۸/۳ تا ۲۶۳۲/۴ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. به‌طوری‌که کمترین مربوط به سال ۸۹ و بیشترین آن مربوط به سال ۸۶ بوده است.

جدول ۶- مجموع انرژی گرمایی مورد نیاز گونه ***Stipa arabica*** در مرتع بینالود (۸۹-۱۳۸۶)

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹	
مراحل	GDD	مدت	GDD	مدت	GDD	مدت	GDD	مدت
رویشی	۱۰۴۴	۷۲	۱۰۸۳/۸	۵۹	۱۲۷۵/۳	۶۵	۹۲۱/۸	۷۱
ظهور خوشه	۱۴۳/۱	۹	۱۹۶/۴	۱۱	۱۸۹/۲	۱۳	۲۱۷/۵	۱۴
گلدهی	۱۴۵/۳	۷	۲۱۵/۵	۱۰	۵۱۹/۴	۲۸	۲۱۲/۶	۱۳
بذر شیری	۴۱۵	۲۰	۱۵۰/۹	۷	۱۲۹/۹	۷	۱۶۳/۶	۱۰
بذر خمیری	۲۵۴/۷	۱۱	۳۶۶	۱۵	۹۰/۲	۴	۱۲۰/۲	۵
رسیدگی بذر	۵۵۵/۶	۳۳	۳۹۰/۴	۱۶	۴۲۸/۵	۱۹	۵۵۲/۷	۲۳
درجه حرارت	۲۵۵۷/۶	۱۵۲	۲۴۰۲/۹	۱۱۸	۲۶۳۲/۴	۱۳۶	۲۱۸۸/۳	۱۳۶

بحث

در این تحقیق درجه حرارت به‌عنوان یکی از عوامل مهم در محاسبه درجه-روز رشد مورد بررسی قرار گرفت. روش درجه-روز رشد به‌عنوان یکی از روش‌های کاربردی در برآورد مقدار حرارت تجمعی گیاه برای گذراندن مراحل فنولوژی و پیش‌بینی فنولوژی گیاه در دوره‌های آینده می‌باشد که محققانی ازجمله Frank و Hafman (۱۹۸۹)، همچنین Mirhaji (۲۰۰۷) Benvan و Mesdaghi (۱۹۷۳) در مطالعات خود به دقت و کارآیی این روش اشاره کرده‌اند. این تحقیق نشان داد که خشکسالی و ترسالی بر درجه روز رشد مراحل مختلف تأثیر می‌گذارد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که گونه‌های مورد بررسی شامل *Bromus kopetdaghensis*، *Festuca arundinacea*، *Stipa arabica* و *Poa bulbosa* با میانگین درجه حرارت روزانه بالای صفر درجه فعالیت سالانه خود را آغاز می‌کنند، و ادامه فعالیت آن نیز به درجه حرارت و میزان بارندگی سالانه بستگی دارد. این نتیجه با نتایج تحقیق Saghafi khadem (۲۰۱۱) که بیان داشته‌است که فعال شدن گیاهان در ابتدای فصل بستگی به درجه حرارت و ادامه رشد و میزان آن بستگی به بارندگی سالانه دارد مطابقت دارد. تنش خشکسالی باعث تغییر در مراحل فنولوژی گیاهان ذکرشده و همچنین میانگین ارتفاع آن می‌شود. اثرات دوره‌های مختلف تنش خشکی در گیاه بر روی سرعت ایجاد یک اندام و طول دوره رویشی و دوره‌های زایشی آن در تحقیقات Lopez و همکاران (۱۹۹۶) به اثبات رسیده است. همچنین تنش خشکسالی در مراحل مختلف رشد به‌طور معنی‌داری مراحل فنولوژی را تحت تأثیر قرار نداده است. ولی اثرات مختلفی بر روی عملکرد دانه و وزن خشک کلی داشته است (Lopez *et al.*, 1996). نتایج کلی این پژوهش نشان داد که گونه‌های مورد مطالعه در سال‌های خشک یعنی سال ۱۳۸۷ با میانگین بارندگی ۱۴۳ میلی‌متر مراحل فنولوژیکی خود را در مدت زمان کوتاه‌تری نسبت به سال‌های پر باران طی کرده است که با نتایج محققان عنوان شده در بالا همسو می‌باشد. اما علاوه بر آن گونه *Poa bulbosa* در سال ۸۷ که مصادف با خشکسالی بوده است موفق به تکمیل کردن دوره زایشی نشد (جدول ۵). همچنین این نتیجه با نتایج بدست‌آمده از تحقیق Bernal و همکاران (۲۰۱۰) که بیان می‌دارند، اقلیم

خشک‌تر که در اثر وقوع خشک‌سالی و یا تغییرات اقلیم رخ می‌دهد نه تنها بر رشد گیاه مؤثر است بلکه بر روی فنولوژی بهاره برخی از گونه‌ها تأثیرگذار خواهد بود، همسو می‌باشد.

شاخص SPI یک شاخص خشکسالی اقلیمی است، این شاخص برای تعیین کمبود بارش در مقیاس‌های زمانی مختلف به‌کار می‌رود. مقیاس‌های زمانی اثرات خشکسالی را روی توانایی منابع آب نشان می‌دهند. کمبود بارش در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت بر روی رطوبت خاک و رشد گیاه اثر می‌گذارد، در صورتی‌که این کمبود در مقیاس زمانی بلندمدت بر روی آبهای زیرزمینی، دبی رودخانه‌ها و منابع ذخیر آب اثر می‌گذارد. به همین دلیل از مقیاس یک ماهه و فصلی (سه ماهه) برای بررسی دوره‌های فنولوژیک استفاده شد. در مقیاس فصلی نسبت به مقیاس ماهانه، وقوع خشکسالی‌ها بیشتر از نوع شدید و متوسط بوده است. طبقه خشکسالی شدید در همه سال‌ها بجز سال ۸۶-۱۳۸۵ در فصول پاییز و زمستان رخ داده است ولی در سال ۸۷-۱۳۸۶ (سال دوم مطالعه) وضعیت خشکسالی در طبقات متوسط و شدید در مقیاس فصلی، در فصل بهار نیز اتفاق افتاد که نسبت به سال‌های نرمال بر شروع و پایان دوره فنولوژی گیاه و همچنین ارتفاع پایه گیاه تأثیر داشته است. فراوانی و تداوم وقوع خشکسالی‌ها با طبقات متوسط و شدید در دوره فصلی در فصول پاییز و زمستان مشاهده شد که با نتایج Evazi (۲۰۰۹) همسو می‌باشد.

نتایج حاصل از محاسبه نمایه بارش استاندارد در دو مقیاس یک و سه ماهه نشان داد که وقوع خشکسالی در دوره‌های سه ماهه (فصلی) شرایط وقوع خشکی را در مراحل فنولوژیکی گیاهان نمایان‌تر مشخص می‌سازد. زیرا در این مقیاس شرایط رطوبتی ماه‌های قبل در محاسبه آن دخیل است که نتایج حاصل از آن منطقی‌تر خواهد بود. سال ۱۳۸۷ نسبت به بقیه سال‌های مطالعه شرایط خشک‌سالی شدیدتر بوده است، به‌طوری‌که در این سال خشکسالی شدید و بسیار شدید در ماه‌های مختلف رویش این گونه‌ها رخ داده است. در صورتی‌که در سال ۱۳۸۹ وقوع ترسالی بوده و میانگین بارندگی در این سال نسبت به دوره طولانی‌مدت در منطقه افزایش قابل توجهی داشته است و نمایه بارش استاندارد، ترسالی شدید را نشان داده است که بر روی رشد ارتفاعی گیاه تأثیر داشته است.

همان‌طور که عنوان شد شروع رشد در گونه‌ها در مرتع در شرایط گرم‌تر و کم‌باران‌تر زودتر بوده است. همچنین این گونه‌ها رشد رویشی خود را در سال ۱۳۸۷ زودتر شروع کرده‌اند که مطابق با وقوع خشکسالی در این سال بود. از طرفی نیز میانگین بارندگی در مراحل رویش این گونه ۱۴۳ میلی‌متر بوده است و مبین این مطلب است که دوره‌های خشکسالی باعث تأثیر در شروع رویش گونه می‌شود. نتایج بدست‌آمده از این تحقیق مطلب عنوان شده را تأیید می‌کند. اثرات خشکسالی بر روی فنولوژی تنها هدف بررسی معدودی از تحقیقات بوده است که بر روی اثرات تغییر اقلیم، بر روی رشد رویشی و سبزینه گیاه مطالعه شده است (Pen˜uelas *et al*,. 2007 و Prieto *et al*., 2008). این محققان دریافتند که مراحل فنولوژیکی بیشتر تحت تأثیر بارندگی است که شامل ریزش برگ‌ها، گلدهی و میوه‌دهی می‌باشد (Pen˜uelas *et al*., 2002).

درجه حرارت نیز یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده ظهور مراحل فنولوژی در گیاه می‌باشد که در این تحقیق با استفاده از شاخص درجه-روز رشد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مراحل فنولوژی در سال‌های مختلف، دارای دوره یکسان نبوده و از سالی به سال دیگر متفاوت است. میزان GDD نیز در سال‌های مورد بررسی تفاوت داشت. در مجموع طول مرحله رشد رویشی در سال کم باران در گونه‌های *Bromus kopetdaghensis*، *Festuca arundinacea* و *Stipa arabica* از بقیه سال‌ها کوتاه‌تر بوده است. درصورتی‌که طول مرحله زایشی تا رسیدگی بذر در *Festuca arundinacea* بیش از سالهای دیگر، در*Bromus kopetdaghensis* کمتر و در *Stipa arabica* روند مشخصی نداشته است. اما در مورد گونه *Poa bulbosa* این دوره در سال کم‌باران طولانی‌تر از سال‌های دیگر بوده است. همچنین این گونه در این سال موفق به اتمام دوره حیاتی خود و تشکیل بذر نشد. در صورتی‌که

هریک از مراحل فنولوژی این گونه‌ها تقریباً مقدار انرژی یکسانی را در سال‌های مختلف دریافت می‌کنند. از روی معیار درجه روزهای رشد می‌توان به شروع و یا پایان مراحل فنولوژی پی‌برده و با استفاده از آن برنامه‌ریزی مناسب‌تری را برای استفاده از مرتع انجام داد. نتایج حاصل از این بررسی با نتایج Mirhaji (۲۰۱۰) و Najafi shabankareh (۲۰۰۲) مطابقت دارد. با وجودی که درجه حرارت هوا در مطالعه فنولوژی گیاهان دارای اهمیت بسیاری است و یکی از فاکتورهای اصلی به‌شمار می‌رود اما در واقعیت شرایط جوی و محیطی در عرصه مورد مطالعه تغییر کرده و این امر موجب کاهش دقت در پیش‌بینی مراحل فنولوژی گیاه شده است. درصورتی‌که استفاده از شاخص درجه روز رشد بدلیل اینکه دو فاکتور زمان و درجه حرارت هوا در آن لحاظ شده است و این مقادیر تقریباً برای گیاه در سال‌های مختلف می‌تواند ثابت باشد، مناسب‌تر است. در نتیجه مجموع درجه روزهای رشد برای تعیین زمان ورود و خروج دام به‌منظور اعمال مدیریت دام و مرتع برای بهره‌برداری اصولی و بهینه از علوفه مرتع قابل کاربرد است. از این‌رو پیشنهاد می‌گردد با نصب دستگاه‌های تعیین رطوبت خاک و درجه حرارت به‌منظور ثبت دقیق اطلاعات در هر ساعت از شبانه‌روز بررسی دقیق مراحل فنولوژی گیاه انجام شود و ارتباط دقیقی بین رشد گیاه و مراحل فنولوژی آن با هریک از خصوصیات آب و هوایی و اقلیمی تأثیرگذار، حاصل گردد. بنابراین کشف این ارتباطات اداره صحیح و علمی مراتع را میسر می‌سازد.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور و همچنین از همکاران بخش تحقیقات مرتع مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور که امکان این تحقیق را فراهم کردند، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

-Benvan, M., Mesdaghi, M. and Malek, A., 1973. Native range species and alien plant phonology of semi- stepp zone of Hamand Absard. Research Institute of Forests and Rangelands, 13: 1-48.

-Bernal, M., Estiarte, M. and Penuelas, J., 2010. Drought advances spring growth phenology of the Mediterranean shrub Erica multiflora. Plant Biology, 1435-8603.

-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.

-Do Ó, A., 2005. Regional drought analysis and mitigation using the SPI. ICID 21st European Regional Conference, 15-19 May 2005 - Frankfurt and Slubice - Germany and Poland, 1-9.

-Evazi, M., 2009. Drought monitoring and prediction using statistical methods (Case study of Golestan province). M.Sc. thesis of Gorgan agricultural and natural resources university, 150p.

-Frank, A. and Hofmann, L., 1989. Relationship among grazing management, growing degree days and morphological development for native grasses on the northern Great Plaints. Journal of range management, 42(3): 199-202.

-Frank, A., Sedivec, K. and Hofmann, L., 1993. Determining grazing reediness for native and tame pastures. www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/hay/r10

-Frank, A. B. and Ries, R. E., 1990. Effect of soil water and nitrogen on morphological development of crested and western wheatgrass. Journal of Range Management, 43:255-258.

-Fraser, D. A., 2006. Determining range readiness and growing degree-days (GDDs). Rangeland Health Brochure 11, British Columbia Forest service, 13p.

-Khatamsaz, M., 1984. phenology of trees and shrubs of botanical garden of Nowshahr. Research Institute of Forests and Rangelands, 45p.

-Llorens, L., Pen˜uelas, J. and Estiarte, M., 2003. Ecophysiological responses of two Mediterranean shrubs, *Erica multiflora* and *Globularia alypum*, to experimentally drier and warmer conditions. Physiologia Plantarum, 119, 231–243.

-Lopez., F. B., Johansen, C. and Chauhan, Y. S., 1996. Effect of timing of drought stress on phenology, yield and yield components of short duration Pigeonpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 177 (5):311-320.

-Mc Kee, T. B., Doesken, N. J. and Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Paper Presented at 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Anaheim, Canada.

-Mirhaji, T. and Sanadgol, T. T., 2007. Study the growth degree days requirement for phonological stages of important range species in Homand. Iranian Journal of Range and Desert Research, 13(3): 212-221.

2008**.** Precipitation dependent flowering of *Globularia alypum* and *Erica multiflora* in Mediterranean shrub land under experimental drought and warming, and its inter-annual variability. Annals of Botany, 102, 275–285.

-Saghafi Khadem, F., 1997. Mashhad plant vegetation. Research Institute of Forests and Rangelands, 50p.

-Saghafi Khadem, F., 2011. Study of the suitable time of entry and exit (range readiness) of livestock in key ranges of 5 bioclimatic zones of Iran (Khorasan Razavi- Binloud). Final report of research project, Research Institute of Forests and Rangelands, 107p.

-Sen, Z., 2008. Wadi Hydrology. CRC Press, Taylor and Francis Group, 347p.

-Thompson, J. N., 1990. Coevolution and the evolutionary genetics of interactions among plant and insects and pathogens. Journal of Pests, Pathogens, and Plant Communities, 14: 249-271.

-Zarekia, S., Ehsani, E., Zare, N. and Mirhaji, T., 2011. Phenology study of *Astragalus chaborasicus, Poa sinaica* and *Stipa hohenackeriana* by calculating Growth Degree Days in Khoshkerood Saveh. Iranian Journal of Range and Desert Research, 18 (3): 485-474.

-Mishra, A. K., and Singh, V. P., 2010. A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391:202–216.

-Najafi Shabankareh, K., 2005. Phonological study of *Zygophyllum atriplicoides* in different elevation of Hormozgan province. Iranian Journal of Range and Desert Research, 11(1): 83-111.

-Nuttonson, M. Y., 1955. Wheat climate relationships and use of phenology in ascertaining the thermal and photo-thermal requirements of wheat. American Institute of Crop Ecology, Washington DC, 54-55.

-Pen˜uelas, J., Prieto, P., Beier, C., Cesaraccio, C., De Angelis, P., de Dato, G., Emmett B. A., Estiarte, M., Garadnai, J., Gorissen, A., Kova´cs La´ng, E., Kro el-Dulay, G., Llorens L., Pellizzaro, G., Riis-Nielsen, T., Schmidt, I. K., Sirca, C., Sowerby, A., Spano, D. and Tietema, A., 2007. Response of plant species richness and primary productivity in shrub lands along a north–south gradient in Europe to seven years of experimental warming and drought: reductions in primary productivity in the heat and drought year of 2003. Global Change Biology, 13, 2563–2581.

-Prieto, P., Pen˜uelas, J., Ogaya, R. and Estiarte, M.,

Effects of drought and wetness conditions on the phenology of main species in Binaloud rangeland of Khorasan Razavi province

F. Saghafi Khadem[1*], A. Ehsani[2] and M. Shahabi[3]

1*-Corresponding author, Khorasan- Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashhad, Iran, Email: saghafikhadem@yahoo.com

2- Assistant Professor, Range Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Former M.Sc. Student in Desert Management of Desert Regions, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Received:7/14/2013 Accepted:9/1/2014

Abstract

Studying the phenology of range species is an important factor in management actions for optimal utilization of these species. On the other hand, drought and stresses arising from it cause to the changes in plant growth stages, affecting forage yield. *Bromus kopetdaghensis* ، *Festuca arundinacea* ، *Stipa arabica* and *Poa bulbosa* are the main elements of semi-steppe areas to dry forests of Khorasan rangelands as relatively palatable species, grazed by livestock. In the current research, phenology of the mentioned species was studied during 2007-2010. Moisture conditions and drought classes were also studied by Standardize Precipitation Index (SPI) in rangelands of Binalood, Khorasan Razavi province in a twenty-year period. Effects of different drought periods were investigated on emergence of plant organs and the period length of vegetative and reproductive stages. Results showed that reproductive growth was shorter during drought period. Under drought conditions of 2008, vegetative growth was started earlier compared to other years and the change from vegetative to reproductive stage occurred in a shorter period. Results of growth degree-day showed that the range was from 2814.12 in 2010 to 2406.95 centigrade degree in 2008. Consequently, GDD model could be used with relatively high accuracy in determining the appropriate time for livestock entry and exit.

Keywords: Phenology, standardized precipitation index, growth degree-days, range species, Binaloud rangeland.