

## همبستگی مکانی بین گیاهان بوته‌ای و گندمیان چندساله مرتعی

محمد جنگجو<sup>۱\*</sup>، حمید اجتهادی<sup>۲</sup> و هاجر حسن پور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۶ - تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۵

### چکیده

نوع رابطه متقابل بین گیاهان تأثیر بسزایی بر ساختار و ترکیب جوامع گیاهی طبیعی دارد. رابطه تسهیل منجر به همبستگی مکانی مثبت بین بوته‌ها و گیاهان زیراشکوب آنها می‌شود، و بدین ترتیب به افزایش بقاء گیاهان در زیراشکوب منجر می‌شود. در این تحقیق نوع و میزان همبستگی مکانی بین چهار گونه بوته‌ای *Acantholimon raddeanum*، *Artemisia kopetdaghensis* Krasch، *Astragalus meschedensis* Bunge و *Czernjak* و *Acantholimon erinaceum* (Jaub. & Spach.) Lincz و دو گونه گندمی چندساله و علوفه‌ای *Festuca alaica* Drobov و *Bromus kopetdaghensis* Drobov در رویشگاه طبیعی آنها در منطقه بهارکیش فوجان بررسی شد. نتایج نشان‌دهنده همبستگی مثبت (اثر تسهیل) بین گیاهان بوته‌ای و گندمیان چندساله بود، و در هیچ مورد همبستگی منفی (اثر رقابت) بین آنها مشاهده نشد. از بین بوته‌های پرستار، گونه گون همبستگی بیشتر و گونه‌های کلاه میرحسن همبستگی کمتری با گندمیان داشتند، در حالی که گیاه درمنه هیچ‌گونه همبستگی مثبت یا منفی نشان نداد. از گیاهان گندمی مطالعه شده، گونه فستوکا، نسبت به بروموس، همبستگی بیشتری با زیراشکوب بوته‌ها داشت. بنابراین در این مطالعه، مناسبترین گونه پرستار گیاه بوته‌ای گون و مناسبترین گونه ذینفع گیاه گندمی فستوکا تشخیص داده شد. یافته‌های این پژوهش بیانگر نقش و اهمیت زیاد گیاهان بوته‌ای در حفاظت از گیاهان علوفه‌ای مرتع است. این نتایج می‌تواند در پروژه‌های اصلاح و احیاء مراتع به‌ویژه در روش کپه‌کاری زیر بوته مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** زیراشکوب، بوته پرستار، همبستگی مثبت، تسهیل، اکولوژی مرتع، خراسان.

۱- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، \* نویسنده مسئول: mjankju@ferdowsi.um.ac.ir

۲- استاد دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد زیست‌شناسی علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد

## مقدمه

ویژگی باعث می‌شود که گیاه پانیکوم به‌عنوان یک پرستار خوب برای سایر گیاهان مرتعی باشد (۱). بوته‌ها سبب متعادل کردن دمای خاک و هوا می‌شوند و رطوبت ذخیره شده در زیراشکوب نیز بیشتر از فضای باز بین بوته‌هاست (۲ و ۱۸). گیاهانی که دارای فرم رویشی بوته‌ای فشرده و سرعت رشد کم هستند، قادرند الگوی وزیدن بادها، دمای محیط، اثر تنش خشکی و سایر تنش‌های غیرزیستی را تحت تأثیر قرار دهند، از این رو می‌توانند پرستاران خوبی برای سایر گیاهان باشند (۲). بررسی‌های اخیر اکولوژیست‌ها نشان داده است که اثر تسهیل گیاهان بوته‌ای را می‌توان برای احیاء جنگل‌ها (۶ و ۲۴) و مراتع مخروبه (۱۶، ۱۷ و ۱۸) استفاده کرد. اما قبل از این، بایستی مناسب‌ترین بوته‌های پرستار و گونه‌های ذینفع<sup>۴</sup> در هر منطقه شناسایی شوند (۴) و (۲۲). از الگوهای مکانی همبستگی بین گیاهان می‌توان برای تعیین مناسب‌ترین گونه‌های پرستار و ذینفع نیز استفاده کرد (۲). گزارش‌های زیادی در منابع وجود دارد که در آن شدت و ضعف برهم‌کنش بین هر دو گیاه مجاور با استفاده از همبستگی‌های مکانی بین آنها بررسی شده است (۳۰، ۱۳ و ۷). مشاهدات صحرایی اولیه در منطقه بهارکیش قوچان نشان داد که برخی گندمیان علوفه‌ای و چندساله مرتع بطور طبیعی در زیراشکوب بوته‌ای‌های خاردار (از قبیل *Astragalus meschedensis* و *Acantholimon raddeanum*, یا *Acantholimon erinaceum*) یا اسانس‌دار (مانند *Artemisia kopetdaghensis* Krasch) می‌رویند، بنابراین سؤال‌های زیر برای انجام این پژوهش مطرح شد (۱) آیا بین گندمیان علوفه‌ای و بوته‌ها رابطه همبستگی وجود دارد؟ (۲) آیا بین بوته‌های مختلف تفاوتی از لحاظ میزان همبستگی با یک

تا اوایل دهه ۱۹۹۰، رقابت<sup>۱</sup> به‌عنوان مهمترین عامل تأثیرگذار بر ساختار جوامع گیاهی شناخته و بسیاری از تئوری‌های اکولوژیک با توجه به اهمیت نسبی رقابت توجیه و تفسیر می‌شد (۱۲ و ۲۸). امروزه مشخص شده است که فرآیندهای رقابت و تسهیل<sup>۲</sup> به‌طور هم‌زمان در جامعه حضور دارند و با یکدیگر در حال تعادل هستند (۵). نوع برهم‌کنش<sup>۳</sup> بین گیاهان بر ساختار مکانی جوامع گیاهی تأثیر گذار است؛ بطوری‌که اگر نتیجه برهم‌کنش تسهیل باشد همبستگی بین گیاهان مثبت ولی اگر برهم‌کنش رقابت غالب باشد همبستگی بین آنها منفی است (۲۹). با توجه به تعدد عوامل محیطی و تنوع گونه‌ای زیاد در پوشش‌های طبیعی، انجام آزمایش‌های تجربی برای اندازه‌گیری اثر تسهیل یا رقابت بین گیاهان مشکل و وقت‌گیر است. به همین دلیل، برخی اکولوژیست‌های گیاهی ترجیح می‌دهند که اثرات رقابت و تسهیل بر تنوع جامعه گیاهی را بطور غیرمستقیم و از طریق اندازه‌گیری همبستگی مکانی در پوشش‌های طبیعی بررسی کنند (۲۳ و ۲۷). با استفاده از تجزیه و تحلیل الگوهای مکانی پوشش گیاهی می‌توان به نوع فرآیند مؤثر و درجه اهمیت آن بر ساختار مکانی یک جامعه پی برد (۲۶). در جوامع گیاهی که دارای ساختار لکه‌ای هستند، برخی گونه‌های چندساله و بوته‌ای میکروکلیمای زیر اشکوب خود را به‌نحوی تغییر می‌دهند که باعث تسهیل در بقای سایر گیاهان می‌شود (۴). برای مثال، بررسی تنش‌های غیرزیستی نشان داد که، در گرم‌ترین ساعات روز، تنش خشکی در داخل بوته *Panicum turgidum* کمتر از محیط پیرامونی است. این

1- Competition

2- Facilitation

3- Interaction

4- Beneficiary species

پوشش غالب منطقه را گیاهان بوته‌ای زیر تشکیل می‌دهند:

*Artemisia*, *Astragalus meschedensis* Bung., *kopetdaghensis* Krasch, *Acantholimon Acanthophyllum raddeanum* Czernjak *gladulosum* Bunge ex Boiss., *Acantholimon erinaceum* (Jaub. & Lincz) Spach و *Onobrychis cornuta* (L.)

Desv ولی گندمیان چند ساله و علوفه‌ای از قبیل *Bromus kopetdaghensis* Drobov, *Lolium rigidum* Gaudin, *Melica persica* Kunth., *Stipa barbata* Trin. & Rupr., *Festuca pratensis* Hudson و گیاهان مهاجم

ذیل نیز در منطقه به وفور مشاهده می‌شوند:

*Bromus tectorum*, *Peganum harmala*, *Achillea wilhelmsii* C. Koch, *Eremorus stenophyllus* (Boiss. & Buhse) Baker, *Causinia sp.*, *Veronica sp.*

#### روش تحقیق:

در این تحقیق همبستگی مکانی بین چهار گونه بوته‌ای غالب مرتعی و چند ساله شامل

*Artemisia Astragalus meschedensis* Bung *Acantholimon khorasanica* Krasch, *Ac. erinaceum* Lincz و *raddeanum* Czernjak

و دو نوع گیاه گندمی چندساله و علوفه‌ای *Bromus kopetdaghensis* Drobov, *Festuca alaica* Hudson بررسی شد.

اندازه‌گیری‌های پوشش گیاهی در شش سایت ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر مربعی، که دارای پوشش نسبتاً همگنی بودند، انجام شد. انتخاب محل سایت‌ها بصورت سیستماتیک و نمونه‌برداری داخل سایتها بصورت تصادفی انجام شد. به‌منظور بررسی اثر ارتفاع و جهت شیب بر همبستگی مکانی گونه‌های مرتعی، سه سایت در شیب شمالی (متوسط ارتفاع ۲۰۱۷، ۲۲۲۵ و ۲۳۴۷ متر از سطح دریا)، یک سایت در قله (ارتفاع ۲۴۵۰ متر) و دو سایت در شیب جنوبی (۲۳۷۶ و ۲۱۵۳ متر) انتخاب شدند. اما مقایسات آماری اولیه نشان داد که در منطقه مورد مطالعه جهت

گونه گندمی وجود دارد؟ (۳) آیا هر بوته همبستگی متفاوتی را برای گونه‌های گندمی مختلف دارد؟

اگرچه بسیاری از کارشناسان و پژوهشگران داخلی، بر اساس تجربه کارشناسی و مشاهدات صحرایی، بر نقش مثبت بوته‌ها در حفاظت از سایر گیاهان مرتعی اتفاق نظر دارند، ولی تاکنون اطلاعات مستند و علمی که بصورت کمی رابطه این گیاهان را بررسی کرده باشد منتشر نشده است. نتایج این پژوهش نقش و اهمیت گیاهان بوته‌ای را در حفاظت از گیاهان علوفه‌ای مرتع نشان می‌دهد. در این تحقیق، با پاسخ به سؤال‌های ۲ و ۳ مناسب‌ترین گونه‌های پرستار و ذینفع در شرایط مرتع مورد مطالعه شناسایی شدند. از این‌رو نتایج این پژوهش برای اصلاح مرتع به‌ویژه در روش کپه‌کاری زیر بوته (۱۶) و (۱۷) قابل استفاده خواهد بود.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه:

این تحقیق در محدوده ۴۰°، ۳۶' تا ۴۰°، ۴۴' عرض شمالی و ۵۸°، ۳۵' تا ۵۸°، ۳۶' طول شرقی در استان خراسان رضوی، در محدوده حفاظت شده حیدری نیشابور و مرتع نیمه‌استپی بهارکیش قوچان، اجرا شد. زمان اجرای پژوهش بهار و تابستان ۱۳۸۶ بود. طبق انترپوله انجام شده از آمار ایستگاه هواشناسی بار نیشابور، اقلیم منطقه نیمه خشک سرد و متوسط بارندگی ۳۴۶ میلی‌متر است. حداقل و حداکثر درجه حرارت به ترتیب ۲۳/۵- و ۳۹/۵+ و متوسط رطوبت نسبی ۵۳/۴ درصد است (۳۱). محدوده ارتفاعی سایت‌های مطالعه شده از ۱۷۳۰ تا ۲۴۶۰ متر از سطح دریا متفاوت بود. نوع خاک شنی لومی و عمق خاک بین ۱۵ تا ۴۵ سانتی‌متر تغییر می‌کرد.

شد. از شاخص‌های (DI) Dice، (JI) Jaccard و (OI) Ochiai برای مقایسه میزان همبستگی بین بوته‌ها برای هر یک از گیاهان گندمی و محاسبه درجه همبستگی آنها با بوته‌ها استفاده شد. از شاخص جاکارد، با توجه به اربیبی کمتر نسبت به سایر شاخص‌ها (۲۵)، برای تشریح نتایج استفاده شد. محاسبات با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند. درجه همبستگی مکانی و شاخصهای مربوطه بر اساس لودویک و رینولد<sup>۲</sup> (۱۹۸۸) و طبق فرمول‌های ذیل محاسبه شد.

$$\chi^2 = n(ad - bc)^2 / (a+b)(c+d)(a+c)(b+d)$$

$$X^2(Yates) = n(|ad - bc| - \frac{n}{4})^2 / ((a+b)(c+d)(a+c)(b+d))$$

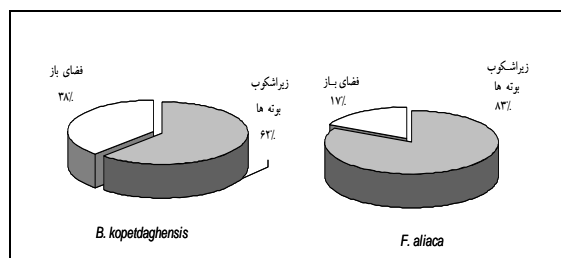
$$OI = \frac{a}{\sqrt{a+b}\sqrt{a+c}} \quad DI = \frac{2a}{\sqrt{a+b+c}} \quad JI = \frac{a}{a+b+c}$$

### نتایج

مقایسه میانگین حضور گندمیان چندساله در زیراشکوب بوته‌ها با تعداد مشاهده شده آنها در فضای باز نشان داد که درصد حضور هر دو گونه گیاه گندمی در زیراشکوب بوته‌ها بسیار بیشتر از فضای باز است (شکل ۱). مقایسه بین دو گونه نیز نشان داد که حضور گیاه گندمی فستوکا در زیراشکوب بوته‌ها بیش از درصد حضور گیاه بروموس است.

شیب و طبقات ارتفاعی تأثیر معنی‌داری بر الگوهای همبستگی بین بوته‌ها و گندمیان چندساله ندارد؛ لذا داده‌های همه سایتها با همدیگر ادغام شده و به‌عنوان یک سایت مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای تعیین مناسب‌ترین اندازه پلات، ارزیابی اولیه از قطر چهار بوته پرستار انجام شد و بر این اساس پلات دایره‌ای به قطر ۴۸ سانتی‌متر تعیین و مورد استفاده قرار گرفت (مطابق با روش کاوی پرز و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). در هر سایت ۵۰ پلات مستقر گردید، که از این تعداد ۱۰ پلات به فضای باز بین بوته‌ها و ۱۰ پلات به هر یک از بوته‌های پرستار اختصاص یافت. بنابراین تعداد کل پلات‌های مستقر شده در شش سایت این پژوهش ۳۰۰ عدد بود. در هر یک از پلات‌ها حضور یا عدم حضور دو گونه گندمی *B. kopetdaghensis* و *F. alaiica* در زیراشکوب هر یک از بوته‌ها و در فضای باز بطور جداگانه ثبت شد. برای تعیین نوع، میزان و درجه همبستگی بین بوته‌های پرستار و گندمیان، از آزمون مربع کای ( $\chi^2$ ) بر اساس جداول توافقی ۲×۲ استفاده شد. به دلیل وجود فراوانی احتمالی کمتر از یک در یک سلول در جدول ۲×۲ یا فراوانی کمتر از پنج در بیش از دو سلول، ارزیابی به روش مربع کای دارای اربیبی بود. بنابراین همبستگی مکانی گونه‌ها به روش مربع کای تصحیح شده (Yates) نیز محاسبه شد. برای تعیین معنی‌دار بودن آزمون‌های همبستگی، آماره آزمون بدست آمده برای هر جفت گونه با توزیع آماری این آزمون برای درجه آزادی یک و در سطح معنی‌دار ۵ درصد (برابر با ۳/۸۴) مقایسه شد. نوع همبستگی‌ها نیز از مقایسه احتمال حضور دو گونه با تعداد دفعات مشاهده شده برای هر گونه (فراوانی مورد انتظار و مشاهده شده) تعیین



شکل ۱: نمایش درصد حضور گندمیان در زیراشکوب بوته ها و فضای باز

از مقایسه نوع و میزان همبستگی بین بوته‌های مرتعی و گندمیان چندساله مشخص شد که بوته‌های مختلف درجاتی از همبستگی مثبت و یا عدم همبستگی را با گونه‌های گندمی نشان دادند، در حالی که این روابط به هیچ وجه منفی نبود (جدول ۱ و ۲). گیاه بروموس بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را در بین بوته‌های مختلف، با بوته گون و سپس گیاه کلاه میرحسن

(گونه *A. raddeanam*) داشت. از طرف دیگر، همبستگی مکانی بین گونه دوم کلاه میر حسن (*A. erinaceum*) و گونه درمنه با گیاه بروموس بسیار ضعیف بود و این رابطه از نظر آماری معنی‌دار نبود. شاخصهای همبستگی اوکیایی، دایس و جاکارد نیز تغییرات مشابه شاخص‌های کای اسکوئر داشته و تفاوت بین همبستگی گونه‌های بوته‌ای را با گیاه بروموس نشان دادند.

جدول ۱: نوع، میزان و درجه همبستگی بین گونه‌های بوته‌ای و گیاه گندمی *B. kopetdaghensis*

| نام بوته                        | میزان همبستگی |                  | نوع همبستگی | درجه همبستگی |      |      |
|---------------------------------|---------------|------------------|-------------|--------------|------|------|
|                                 | $\chi^2$      | $\chi^2$ (Yates) |             | OI           | DI   | JI   |
| <i>Astragalus meschedensis</i>  | ۳۳/۲۳         | ۲۵/۹۵            | مثبت        | ۰/۷۷         | ۰/۷۷ | ۰/۶۳ |
| <i>Acantholimon raddeanam</i>   | ۱۰/۴۰۲        | ۷/۱۲             | مثبت        | ۰/۴۹         | ۰/۴۷ | ۰/۳۱ |
| <i>Acantholimon erinaceum</i>   | ۴/۹۹          | ۲/۱۶۷            | عدم همبستگی | ۰/۳۵         | ۰/۳۳ | ۰/۲  |
| <i>Artemisia kopetdaghensis</i> | ۳/۰۹۹         | ۱/۵۲             | عدم همبستگی | ۰/۳۴         | ۰/۲۹ | ۰/۱۷ |

بررسی روابط و شاخصهای همبستگی مکانی برای گیاه فستوکا نیز نشان‌دهنده تأثیرات متفاوت بوته‌ها بود (جدول ۲). در بین بوته‌های مختلف، گیاه فستوکا بیشترین همبستگی مثبت را با بوته گون داشت. هر دو گونه کلاه میرحسن رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با گیاه فستوکا

داشتند. رابطه همبستگی گونه درمنه با گیاه فستوکا بسیار ضعیف بود و این رابطه از نظر آماری معنی‌دار نبود. شاخصهای همبستگی اوکیایی، دایس و جاکارد نیز تغییرات مشابه شاخص‌های کای اسکوئر داشته و بیانگر تفاوت بین همبستگی گونه‌های بوته‌ای با گیاه فستوکا بودند.

جدول ۲: نوع، میزان و درجه همبستگی بین گونه‌های بوته‌ای و گیاه گندمی *F. aliaca*

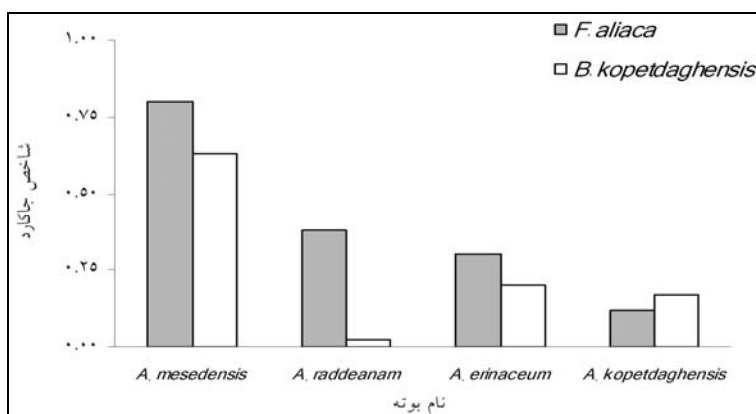
| نام بوته                        | میزان همبستگی |                  | نوع همبستگی | درجه همبستگی |      |      |
|---------------------------------|---------------|------------------|-------------|--------------|------|------|
|                                 | $\chi^2$      | $\chi^2$ (Yates) |             | OI           | DI   | JI   |
| <i>Astragalus meschedensis</i>  | ۴۵/۳۴         | ۳۸/۷۸            | مثبت        | ۰/۸۹         | ۰/۸۹ | ۰/۸  |
| <i>Acantholimon raddeanam</i>   | ۱۶/۷۱         | ۱۲/۶۰            | مثبت        | ۰/۵۹         | ۰/۵۵ | ۰/۳۸ |
| <i>Acantholimon erinaceum</i>   | ۱۲/۱۰         | ۷/۵۸             | مثبت        | ۰/۵          | ۰/۴۶ | ۰/۳  |
| <i>Artemisia kopetdaghensis</i> | ۲/۹۲          | ۱/۰۵۳            | عدم همبستگی | ۰/۳          | ۰/۲۲ | ۰/۱۲ |

گونه‌های گندمی بروموس و فستوکا از نظر میزان وابستگی آنها به زیراشکوب بوته‌های مختلف با استفاده از شاخص جاکارد مقایسه شدند (شکل ۲). بر این اساس، میزان همبستگی گونه گندمی فستوکا با بوته‌های گون و درمنه، بیش از گونه بروموس بود. بیشترین تفاوت بین دو گونه گندمی

بیشترین تفاوت بین دو گونه گندمی بروموس بود. بیشترین تفاوت بین دو گونه گندمی

اما از آنجائی که رابطه همبستگی درمنه با هر دو گونه گندمی از نظر آماری معنی‌دار نبود، این تفاوت اهمیت چندانی ندارد.

در میزان همبستگی آنها به گونه *Acantholimon raddeanum* مشاهده شد. مقدار شاخص جاکارد (درجه همبستگی) گونه بروموس برای بوته درمنه از مقدار این شاخص برای گونه فستوکا بیشتر بود،



شکل ۲: مقدار شاخص جاکارد برای مقایسه میزان همبستگی بروموس و فستوکا به هر یک از بوته‌های مرتعی

زیراشکوب نشان دادند. بوته گون بیشترین همبستگی، بوته‌های کلاه میرحسن همبستگی متوسط و بوته درمنه عدم همبستگی را با هر دو گونه فستوکا و بروموس نشان دادند. بررسی‌های جنگجو و همکاران (۲۰۰۸) در منطقه بهارکیش نشان‌دهنده بیشتر بودن رطوبت و حاصلخیزی خاک در زیر اشکوب گونه‌های گون و کلاه میرحسن نسبت به فضای باز بین بوته بود، درحالی که چنین تفاوتی در زیراشکوب گیاه درمنه مشاهده نشد. بنابراین میکروکلیمای مساعدتر در زیراشکوب بوته‌های گون و کلاه میرحسن سبب ایجاد همبستگی بیشتر گندمیان چندساله با زیراشکوب این بوته‌ها شده است. علاوه بر تفاوت‌های میکروکلیمای خصوصیات اکولوژیک بوته‌ها نیز می‌تواند تاثیر بسزایی در میزان همبستگی مکانی گندمیان با زیراشکوب آنها داشته باشد. مطالعات بهداد (۲۰۰۹) نشان داد که گیاه درمنه به شدت آلوپات است. این محقق مشاهده کرد که عصاره گیاه درمنه سبب کاهش درصد جوانه زنی، کاهش رشد گیاهچه‌ها و ایجاد

### بحث و نتیجه گیری

همبستگی بین گندمیان علوفه‌ای و بوته‌ها: نتایج این پژوهش نشان دهنده همبستگی مثبت (تسهیل) بین گیاهان بوته‌ای و گندمیان چندساله و علوفه‌ای مرتع است. تعداد گیاهان مشاهده شده در زیراشکوب گندمیان بسیار بیشتر از تعداد این گیاهان در فضای باز بود. علاوه بر این در هیچ یک از موارد، همبستگی منفی بین بوته‌ها و گیاهان گندمی مشاهده نشد. با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه، چرای شدید دام، خشکی تابستان و سرمای زمستان مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب می‌شوند. بنابراین بوته‌های مرتع با ایجاد میکروکلیمای مناسب در زیراشکوب، توانسته‌اند عوامل نامساعد محیطی (از قبیل خشکی و سرما) را بخوبی تعدیل نمایند و از طریق تسهیل مکانیکی گندمیان را در برابر چرای دام محافظت کنند.

همبستگی بوته‌های مختلف با هر یک از دو گیاه گندمی: بوته‌های مطالعه شده در این تحقیق همبستگی متفاوتی را با گونه‌های گندمی در

گون که بیشترین همبستگی را با گندمیان داشت، یک گیاه لگوم است، و احتمالاً توانایی تثبیت ازت این گیاه سبب افزایش حاصل خیزی زیراشکوب می‌شود و توانایی پرستار بودن آن را افزایش می‌دهد. حضور قارچ‌های میکوریزا، و همزیستی برخی گیاهان بوته‌ای با باکتری‌های تثبیت کننده ازت خاک سبب افزایش توانایی تسهیل آنها در استقرار سایر گیاهان در زیر اشکوب خود می‌شود (۲۲). درزرنر<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) مشاهده کرد که استقرار نهال کاکتوس (*Carnegieia gigantea*) در زیراشکوب درختچه‌های لگوم *Ambrosia deltoidea* و *A. dumosa* بیشتر از زیراشکوب درخت *Larrea tridentata* بود که گیاه لگوم نیست. اسپی گارز و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۴) نیز گزارش دادند که درختچه لگوم *Retama sphaerocarpa* به دلیل همزیستی بودن با باکتری ریزوبیوم سبب افزایش حاصل خیزی خاک شده و بدین ترتیب سبب افزایش استقرار گیاهان علفی در زیراشکوب خود می‌شود.

**همبستگی هر بوته با انواع مختلف گیاه گندمی:**  
دو گونه گیاه گندمی بروموس و فستوکا همبستگی متفاوتی را با هر یک از بوته‌ها نشان دادند. گونه فستوکا، نسبت به بروموس، همبستگی بیشتری را با بوته‌های گون، و هر دو گونه کلاه میرحسن نشان داد. تنها استثناء در مورد بوته درمنه مشاهده شد که در آن همبستگی بروموس بیش از درمنه بود، ولی رابطه همبستگی آن از نظر آماری معنی دار نبود. همبستگی بیشتر گونه فستوکا به زیراشکوب را هم می‌توان به توانایی رقابت بیشتر آن با بوته‌ها، و هم به حساسیت بیشتر این گیاه به عوامل نامساعد محیطی از قبیل خشکی، سرما و چرای دام نسبت داد. گیاه بروموس دارای توانایی پنجه‌زنی بسیار است و

تنش‌های اکسیداتیو بر نهال گیاهان بروموس کپه‌دانی می‌شود. جنگجو و همکاران (۱۸) بذر گیاه بروموس را در زیراشکوب هر سه بوته گون، کلاه میرحسن و درمنه کشت کردند. در این مطالعه، گرچه بیشترین استقرار اولیه نهال‌ها در زیراشکوب درمنه مشاهده شد، اما بیشترین مرگ و میر نهال‌ها نیز در زیر تاج پوشش این بوته اتفاق افتاد. بنابراین نتیجه گیری می‌شود که میکروکلیمای خشک‌تر، حاصل خیزی خاک کمتر، و دارا بودن اثر آللوپاتی مهم‌ترین دلایل کاهش همبستگی گندمیان با بوته درمنه بوده است. گونه‌های کلاه میرحسن همبستگی مکانی متوسطی را با گندمیان زیراشکوب داشتند؛ زیرا تاج پوشش بسیار متراکم این بوته‌ها از طرفی سبب حفظ رطوبت خاک (اثر تسهیل) می‌شود و از طرف دیگر باعث نفوذ نور کم‌تر به زیراشکوب و بروز اثر منفی (رقابت برای نور) بر استقرار اولیه نهال‌ها می‌شود. شاهد این مدعا بیشتر بودن همبستگی مکانی در زیراشکوب گونه *Acantholimon raddeanum* است، که تاج پوشش نفوذپذیرتری نسبت به گونه *A. erinaceum* دارد. بررسی‌های سایر پژوهشگران نیز نشان داده است که اثر تسهیل بوته‌ها به عواملی از قبیل اندازه تاج پوشش (۲۷)، و ساختار مرفولوژی تاج پوشش (۱۱) آنها بستگی دارد. هلم‌گرن و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۷) عقیده دارند که گیاهان زیراشکوب در ازای بهره‌برداری از رطوبت بیشتر باید هزینه آن را به صورت دریافت نور کمتر بپردازند. در شرایط بسیار سخت محیطی، به‌ویژه در مناطق خشک، سود حاصل از رطوبت ضرر حاصل از کمبود نور را جبران می‌کند. اما در شرایطی که رطوبت خیلی محدود کننده نیست، ممکن است عکس این حالت اتفاق بیافتد. بوته

همزیستی بین گیاهان پرستار و ذینفع (گیاه زیر اشکوب) زمانی برقرار خواهد شد که گیاه پرستار مقاومت زیادی به تنش‌های محیطی داشته باشد و گیاه ذینفع رقابت کننده قوی باشد. به هر حال بر اساس نتایج این تحقیق مناسب‌ترین گونه ذینفع برای کاشت در زیراشکوب بوته‌ها گونه فستوکا است، زیرا این گیاه بطور طبیعی همبستگی مکانی بیشتری با بوته‌ها داشته و امکان موفقیت کشت آن در زیراشکوب بیشتر خواهد بود.

### سپاسگزاری

هزینه این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد، تامین شده است. از مسئولین محترم و کارشناسان اداره مرتع در اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، و اداره منابع طبیعی قوچان و همچنین از آقایان دانشجویان وقت دانشگاه فردوسی مشهد، آقایان رمضانعلی ذاکری و محسن فعال بابت همکاری در اندازه‌گیری‌های صحرایی بسیار سپاسگزاریم.

در صورت چرا نشدن فرم رویشی دسته‌ای (Tussock) بخود می‌گیرد. علاوه بر این گیاه بروموس ریزوم‌دار است. دارای بودن ساقه‌های متعدد، و ریزوم‌دار بودن هر دو سبب افزایش مقاومت گیاه بروموس به چرای دام می‌شود (۲۱). در مقابل گیاه فستوکا فاقد ساقه است و در ابتدای فصل رویش تولید تعداد زیادی برگ می‌کند. چرای زودرس دام از برگهای این نوع گیاهان باعث می‌شود تا نتواند کربوهیدرات از دست رفته را جبران کند و خسارت بسیار زیادی به رشد و نمو آن وارد می‌شود (۱۴). بنابراین تفاوت در میزان حساسیت به چرای دام می‌تواند مهمترین دلیل تفاوت در میزان همبستگی مکانی این دو گیاه گندمی به بوته‌های مرتع باشد. توانایی رقابت گیاهان ذینفع و سرعت رشد و استقرار اولیه آنها نیز ممکن است بر میزان موفقیت آنها جهت استقرار در زیراشکوب بوته‌ها تاثیرگذار باشد. بنا به عقیده (۲۰) استراتژی‌های زندگی گیاهان نقش بسیار مهمی بر تعیین نوع رابطه متقابل بین گیاهان دارد. براین اساس، بهترین حالت

### منابع

1. Antheme, F., R. Michalet & M. Saadoum, 2007. Positive association involving the tussock grass *Panicum turgidum* Forssk. in the Aïr-Ténéré Reserve, Niger. *Journal of Arid Environment*, 68: 348-362.
2. Arroyo, M.T.K., L.A. Cavieres, A. Peraloza & M.A. Arroyo-Karin, 2003. Positive association between the cushion plant *Azorella monatha* (Apiacenc) and alpine plant species in Chilean Patagonian Andes. *Plant Ecology*, 169: 121-129.
3. Behdad, A., 2009. Evaluating allelopathic effects of perennial shrub *Artemisia khorasanica* on seed germination and physiological growth parameters of perennial grass *Bromus Kopetdaghensis*. MSc Thesis, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
4. Brooker, R.W., F.T. Maestre & R.M. Callaway, 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Essay Review. Journal of Ecology*, 96: 18-34.
5. Callaway, R.M. & L.R. Walker, 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interaction in plant communities, *Ecology*, 78(7), 1958-1965.
6. Castro, J., R. Z. Jose, A. Hodar, J.M. Gomez & L. Gomez-Aparicio, 2004. Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: A 4 year study. *Restoration Ecology*, 12(3): 352-358.



7. Cavieres, L., M.T.K. Arroyo, A. Penaloza, M. Molina-Montenegro & C. Torres, 2002. Nurse effect of *Bolax gummifera* cushion plants in the alpine vegetation of the Chilean Patagonian Andes. *Journal of Vegetation Science*, 13: 547-554.
8. Cavieres, L.A., E.I. Badano, A. Sierra-Almeida, S. Gómez-González & M.A. Molina-Montenegro, 2006. Positive interaction between alpine plant species and the nurse, chusion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central chile. *New Phytologist*, 169: 59-66.
9. Drezner, T.D., 2006. Plant facilitation in extreme environments: the non-random distribution of Saguaro cacti (*Carnegiea gigantean*) under their nurse associates and relationship to nurse architecture. *Journal of Arid Environments*, 65: 46-61.
10. Espigares, T., A. López-Pintor & J.M. Rey Benayas, 2004. Is intraction between Retama sphaerocarpa and its understory herbaceous vegetation always reciprocally positive? Competition-facilitation shift during Retama establishment. *Acta Oecologia*, 26: 121-128.
11. Gómez-Aparicio, L., R. Zamora, J.M. Gómez, J.A. Hódar, J. Castro & E. Baraza, 2004. Applying plant positive interactions to reforestation in Mediterranean mountains: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*, 14: 1128-1138.
12. Grime, J.P. 2001. *Plant strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*, Second edition. John Wiley & Sons, LTD, Chichester, UK.
13. Haase, P., F.I. Pugnaire, S.C. Clark, L.D. Incoll, 1996. Spatial patterns in a two-tiered semi-arid shrubland in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 7: 527-534.
14. Holechek, J.J., P. Bowman, R.D. Pieper, & C.H. Herbel, 2003. *Range Management: Principles and Practices*. Fifth Edition, ISBN: 0130474754, Prentice Hall Pub Co. New York, 624 pp.
15. Holmegren, M., M., Scheffer & M.A. Huston, 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology*, 78: 1966-1975.
16. Hubber-Sannwald, E.D. & A. Pyke, 2005. Establishing native grasses in a big sagebrush-dominated site: an intermediate restoration step. *Restoration Ecology*, 13(2): 292-301.
17. Jankju, M., A. Delavari & A. Ganjali, 2008. Interseeding in shrublands. *Rangeland, the Scientific and Research Journal of Iranian Range Management Society*, 2(4): 314-328. (In Persian)
18. Jankju, M., Delavari A., Saberi, M., 2009. Seeding under shrubs its potential and limitation of use in Iran. Presented in 4th Iranian Congress on Range and Rangeland Management, October 2009, Karaj, Iran. (In Persian)
19. Ludwig, A.J., & F. Reynold, 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. New york: Weily, Pp. 337: 125-144.
20. Maestre, F.T., R.M. Callaway, F. Valladares & F. Lortie, 2009. Refining the stress-gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities. *Journal of Ecology*, Published online, British Ecological Society, Accessed on August 2009.
21. Moghaddam, M.R., 1998. *Range and Range Management*, Tehran university Press, Tehran, Iran, 470 pp.
22. Padilla, F.M. & F. Pugnaire, 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and Environment*, 4(4): 196-202
23. Pugnaire, F.I., P. Haase, J. Puigdefabregas, M. Cueto, S.C. Clark & L.D. Incoll, 1996. Facilitation and succession under the canopy of a leguminous shrub, Retama sphaerocarpa, in a semi-arid environment in south-east Spain. *Oikos*, 76: 455-464.
24. Rousset O. & J. Lepart, 2000. Positive and negative interactions at different life stges of a colonizing species (*Quercus humilis*). *Journal of Ecology*, 88: 401-412
25. Saila S., D. Burgess, M. Cheesman, K. Fisher & B. Clark, 2002. Interspecific association, diversity and population analysis of fish species in the wood-pawcatuck watershed, Wood-Pawcatuck Watershed Association.
26. Schenk, H.J., C. Holzapfel, J.G. Hamilton, B.E. Mahall, 2003. Spatial ecology of a small desert shrub on adjacent geological substrates. *Journal of Ecology*, 91, 383-395.

27. Tewksbury J.J. & J.D. Lloyd, 2000. Positive interactions under nurse-plants: special scale, stress gradient and benefactor size, *Oecologia*, 127: 425-434.
28. Tilman, D., 1988. *Plant Strategies, Dynamics and the Structure of Plant Communities*. Princeton University Press, Princeton, USA.
29. Tirado R. and F.I. Pugnaire, 2005. Community structure and Positive Intraction in constraining environments. *Oikos*, 111: 437-444.
30. Valiente-Banuet, A. & E. Ezcurra, 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetezo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, Mexico. *Journal of Ecology*, 79: 961-971.
31. Zeynalpour F., 2000. Range Management Project of Baharkish Quchan. Central Office of Natural Resources Administration in Khorasan Razavi Prvince, Iran. (In Persian)